4/9

Modelbouw- en afstandsbesturingsschakelingen

Inhoud

4/9.9 Duo Memory Switch

(verschenen in de 115e aanvulling)

4/9.1
Een elektronische besturing van elektro-motorisch aangedreven modellen

Deze paragraaf beschrijft een schakeling, die door middel van impuls-sturing de motor van het model in- en uitschakelt. Door de relatief hoge frequentie waarmee dit gebeurt (50 Hz) lijkt het alsof de motor met gelijkspanning wordt aangedreven: van het beruchte trillen en brommen heeft men bij deze schakeling absoluut geen last! De voordelen van een impuls-sturing boven de normaal toegepaste potentiometer-regeling zijn:

- hoger rendement, nauwelijks vermogensverlies in de regeltransistoren;
- grotere betrouwbaarheid door kleinere warmte-ontwikkeling;
- geringer gewicht;
- besparing van één servo, die normaliter de potentiometer moet aandrijven;
- onder bepaalde voorwaarden is het mogelijk de voeding van het ontvanger-deel met het signaal mee over te zenden.

Beschrijving van het schema

Bij alle in de handel gebrachte digitale proportionele afstandsbesturingen levert de ontvanger in de middenstand van de stuurknuppel een positieve puls met een breedte van ongeveer 1,5 ms en een herhalings-frequentie van 20 ms. De breedte van deze puls varieert, gekoppeld aan de stand van de stuurknuppel, tussen 1 en 2 ms. Zoals uit het schema van figuur 1 blijkt, wordt deze puls aangeboden aan het IC NE543. De voorflank van de puls triggert een in dit IC ondergebrachte monostabiele multivibrator, waarvan de tijdconstante wordt bepaald door het produkt van C1 en R1. De schakeling vergelijkt vervolgens de breedte van de ontvangen puls met de breedte van de door de ingebouwde monostabiele multivibrator gegenereerde puls en wekt twee uitgangs-signalen op. De eerste uitgang levert een puls, waarvan de duty-cycle afhankelijk is van het breedte-verschil tussen beide pulsen. In feite komt het er op neer dat de kleine pulsbreedte-variaties van de ingangspuls met ongeveer een factor 40 worden vergroot. Deze puls staat ter beschikking op uitgang 1 en stuurt, via een darlington, de motor. De tweede uitgang (pen 9) schakelt om als de ingangs-puls smaller of breder is dan de door het IC zelf gegenereerde puls. Deze uitgang kan dus worden gebruikt voor het sturen van het ompool-relais van de motor en bepaalt de rij-richting van het model.

Dit proces wordt gecontroleerd door twee tijd-constanten, respectievelijk R2-C2 en R4-C3. De weerstanden R3 en R5 introduceren een kleine dode tijd. Omdat de stuur-knuppel aan de zender-kant vaak een slechte terugveer-werking heeft en dus niet altijd in dezelfde stand (na losla-

9.1 Een elektronische besturing van elektro-motorisch aangedreven modellen

ten) terugkeert, is het belangrijk dat er geen uitgangspuls wordt opgewekt als het breedte-verschil tussen interne en externe puls kleiner is dan een bepaalde waarde. De genoemde weerstanden leggen dit breedte-verschil vast. Aan de linker aansluiting van weerstand R14 staat het uitgangssignaal ter beschikking, met een breedte die varieert tussen 0 en 20 ms en een herhalingstijd van 20 ms. Bij volle sturing levert deze uitgang dus een gelijkspanning en dit is onafhankelijk van de rij-richting. De dioden D2 en D3 verzorgen de wederzijdse ontkoppeling van de uitgangen 1 en 9.

De motor-sturing is opgebouwd met de transistoren T5 en T6, die als darlington zijn geschakeld. Bij volledige sturing (de stand vol gas van de stuurknuppel) wordt deze trap met een constant signaal gevoed, in de andere standen varieert de aan-uit verhouding van de basis-sturing (de duty-cycle) recht evenredig (proportioneel) met de stand van de stuurknuppel. De weerstand R14 begrenst de maximale uitgangsstroom van het IC op ongeveer 25 mA. R15 zorgt voor het uitschakelen van de darlington. Bij de negatieve flank van de stuur-puls zijn er nog ladingsdragers aanwezig in de paracitaire capaciteit van de basis-emitter zone van de halfgeleiders. Zonder deze weerstand zouden deze niet naar de massa kunnen afvloeien en zouden de transistoren niet onmiddellijk van geleiding naar sper overgaan. De diode D4 beschermt de darlington tegen inductieve spannings-pieken, die vanwege het inductieve karakter van de motor kunnen ontstaan en tot vernieling van een van de transistoren zouden kunnen leiden.

Er zijn tamelijk veel regelingen die ook in de "vol gas"-stand van de stuurknuppel een niet te verwaarlozen vermogen konsumeren. Tussen de kollektor en de emitter van de regeltransitor staat immers ook dan een bepaald spanningsverschil en deze spanningsval, vermenigvuldigd met de motor-stroom levert een niet gering vermogen op! Dit heeft de volgende nadelen:

- meer gewicht en ruimte vanwege het noodzakelijke extra koeloppervlak;
- slechtere rij-eigenschappen, zeker bij het optrekken van het model, omdat de motor-stroom dan immers zeer groot is en het vermogens-verlies over de transistor maximaal.

De in deze paragraaf beschreven schakeling lost dit probleem op een elegante manier op. Via weerstand R12 wordt condensator C9 opgeladen. Dit is alleen het geval als T3 spert, dus als T2 geleidt. Bij niet maximale sturing zal transistor T3 gedurende iedere periode even gaan geleiden en condensator C9 onmiddellijk ontladen. De spanning over dit onderdeel blijft onder de geleidings-spanning van T4. Als echter de aan-uit verhouding van de stuurpuls de maximale waarde benadert, kan T3 de condensator niet meer geheel en al ontladen. De uitcyclus van de puls is dan te klein. Na enige perioden is de spanning over C9 zo ver gestegen dat T4 gaat geleiden en het relais REL2 bekrachtigt. Het werk-contact van dit relais is over de darlington geschakeld en neemt de sturing van de motor verliesloos over!
De condensatoren C4, C7, C5 en de weerstand R6 verzorgen de afvlakking van de voedings-spanning.

9.1 Een elektronische besturing van elektro-motorisch aangedreven modellen

Klaar voor de start

De schakeling is uitgerust met een 5V spannings-regelaar. Dat heeft tot gevolg dat de schakeling kan worden gevoed uit de accu van de motor, voor zover althans deze spanning gelijk is aan 7,2 V (7 in serie geschakelde NiCad's) en ook bij volle snelheid niet onder de 6,5 V daalt. Er is dus geen afzonderlijke ontvanger-accu nodig, wat niet alleen gewicht maar ook guldens spaart. Bovendien hoeft men dan niet meer te letten op de laad-toestand van de ontvanger-accu. Wél moet men de leidingen tussen accu en ontvanger-print met dikke draad uitvoeren, want ieder spanningsverlies over de inwendige weerstand van deze bedrading levert enige watt's aan verbruik op en iedere watt minder voor de motor vermindert de prestaties van het model aanzienlijk. Zeer belangrijk als men meedoet aan races!

Gebruikt men de schakeling bij een race-wagen, dan kan men het omschakelbaar relais REL 1 vervangen door een kortsluit-relais en op deze manier een automatisch werkende rem, die bovendien niet eens de accu belast, creëren. De schakeling van de relais wordt dan zoals geschetst in figuur 5. Duwt men de stuurknuppel in de "rij naar achter"-stand, dan sluit het contact van het relais en wordt de motor kortgesloten. De motor gaat nu als kortgesloten generator werken en de in het gewicht van motor + model opgeslagen vliegwielenergie gaat zich nu binnen de kortste keren helemaal omzetten in thermische energie. Het model remt zichzelf af. Dit is in feite een soort eenvoudige automatische rem- en slip-sturing! De kortsluitrem werkt alleen als de motor, dus de wielen draaien. Bovendien is de werking van de rem afhankelijk van de snelheid van het model. De remwerking neemt af gedurende het remmen, wat er voor zorgt dat het model niet gaat slippen. De werking van deze rem is op een zeer eenvoudige manier te verkleinen door het opnemen van een laagohmige weerstand in de kortsluit-kring.

Opgelet! Oudere modellen van de fabrikaten Graupner/Grundig werken met geïnverteerde stuurpulsen. Heeft u de beschikking over dergelijke apparatuur, dan moet een eenvoudige transistor-inverter worden voorgeschakeld (figuur 4).

Transistor T6 wordt ondergebracht op een koelplaatje. De afmetingen zijn zeer afhankelijk van de toepassing van de schakeling. Bouwt men het geheel in in de romp van een traag varend schip, dan is een behoorlijk grote koelplaat nodig. Zit de printplaat in de romp van een race-wagen of vliegtuig, dan draagt de snelle luchtstroom het nodige bij aan de koeling en kan men een klein aluminium-plaatje gebruiken. Er zijn werkelijk geen grenzen aan de fantasie om ingenieuze, weinig gewicht vergende oplossingen te zoeken voor het koelprobleem! In plaats van een 2N5885 kan men voor T6 net zo goed een 2N3055 in TO-3 of TIP behuizing toepassen. Weliswaar zakt de maximaal toelaatbare stroom dan van 50 naar 15 A en het schakel-gedrag van de darlington bij grote stromen wordt iets slechter. Transistor T1 bekrachtigt het omschakel- of rem-relais. De onderdelen R7, R8 en C8 vormen een laagdoorlaat-filter, zodat het relais niet aantrekt na een korte stoor-puls. Transistor T1 is in feite zwaar overgedimensio-

neerd, maar in kostprijs merkt men daar nauwelijks wat van en het komt de bedrijfszekerheid ten goede. Bovendien is in de BD675 een diode ingebouwd, die de transistor beschermt tegen inductieve spanningspieken van het relais. Hetzelfde verhaal geldt overigens ook voor T4.

In de praktijk kan het voorkomen dat het omschakel-relais in de verkeerde richting aanspreekt. Is de zender niet met een ompool-schakelaar uitgerust, dan moet men de diode D1 met pen 1 verbinden, in plaats van met pen 9.

De bouw van de schakeling

De print van figuur 2 wordt volgens figuur 3 bestukt. De onderdelen R16, T6 en R15 zijn niet op de print ondergebracht en moeten door middel van draadjes worden aangesloten. Gebruik voor de transistor flinke draad-doormeters, minstens 1,5 mm^2 en maak deze draadjes zo kort als maar mogelijk is.
Nadat men de bouw heeft gecontroleerd, wordt de zender ingeschakeld en de ontvanger verbonden met accumulator en motor.

Het afregelen

Zet de stuurknuppel op de zender in de neutrale stand en regel de eventueel in dat apparaat aanwezige trimmer in de middenstand. Regel met trimmer R1 de neutrale stand af door deze instelpotentiometer te verdraaien tot de motor stil staat. Zet de stuurknuppel in de onderste stand en controleer of het omschakel-relais aanspreekt. Zet de stuurknuppel opnieuw in de neutrale stand, ga dan langzaam naar een van de uiterste standen toe en observeer het moment waarop relais REL2 aanspreekt. Gebeurt dat niet kort voor het bereiken van de uiterste stand, dan moet men experimenteel de waarden van de weerstanden R2 en R4 aanpassen. Herhaal deze procedure in de andere richting van de stuurknuppel.

Wat praktijk-ervaring

De beschreven schakeling is in meerdere modellen ingebouwd en grondig in de praktijk getest. De uitvoering met rem-relais bleek ideaal voor toepassing bij race-wagens. Bij schepen en vliegtuigen heeft deze versie uiteraard niet zo veel zin. Ook voor grotere scheeps-modellen en trage voertuigen komt de basis-uitvoering met omschakel-relais het meeste in aanmerking. Wel bleek dat het zeer noodzakelijk is de motor goed te ontstoren. De oplossing die men vaak aantreft, namelijk het overbruggen van de motor met een simpele condensator, voldoet in deze schakeling bij lange na niet en men kan dan ook veel beter de ontstoor-schakeling van figuur 4 toepassen. Dit schema heeft zich ontelbare malen in de praktijk bewezen. Wél zo dicht mogelijk bij de motor inbouwen!

De antenne van de ontvanger wordt zo ver mogelijk uit de buurt van de schakeling en van de motor aangebracht. Gebruik een draad van verend staal van ongeveer 1 m lang. Voor grotere scheepsmodellen, die toch vaak meer in de buurt van de bestuurder blijven, heeft men voldoende aan een antenne van ongeveer een halve meter. Belangrijke opmerking: buig de punt van de antenne steeds in de vorm van een oogje of, als dat niet lukt vanwege het veer-staal, voorzie de punt van de antenne van een plastic of rubber dop. Het zou niet de eerste keer zijn dat deze punt iemand een behoorlijk ernstige

9.1 Een elektronische besturing van elektro-motorisch aangedreven modellen

oogbeschadiging bezorgt! De kabel van de antenne wordt ingekort en voorzien van een steker. De kabel nooit oprollen, want dat introduceert een spoel en de effecten van deze zelfinductie zijn niet te voorspellen. Bij vliegtuig-modellen kan men de antennekabel naar de staartvlakken leiden en de rest vrij naar onderen laten hangen. Volg deze raadgevingen op en een storingsvrije ontvangst is ook over verre afstanden verzekerd!

Onderdelenlijst

weerstanden

R 1	5 k- Ohm meertoeren trimmer, Cermet
R 2	27 k-Ohm, 1/8 W
R 3	47 Ohm, 1/8 W
R 4	27 k-Ohm, 1/8 W
R 5	47 Ohm, 1/8 W
R 6	4,7 k-Ohm, 1/8 W
R 7	470 Ohm, 1/8 W
R 8	27 k-Ohm, 1/8 W
R 9	3,3 k-Ohm, 1/8 W
R10	4,7 k-Ohm, 1/8 W
R11	4,7 k-Ohm, 1/8 W
R12	4,7 k-Ohm, 1/8 W
R13	1,5 k-Ohm, 1/8 W
R14	120 Ohm, 1/8 W
R15	270 Ohm, 1/8 W
R16	1 Ohm, 1/8 W
R17	47 k-Ohm, 1/8 W

condensatoren

C 1	470 n F, tantaal 6,3 V
C 2	10 μ F, tantaal 6,3 V
C 3	10 μ F, tantaal 6,3 V
C 4	22 n F, ceramisch
C 5	4,7 μ F, tantaal 6,3 V
C 6	2,2 μ F, tantaal 6,3 V
C 7	100 μ F, tantaal 6,3 V
C 8	22 μ F, tantaal 6,3 V
C 9	22 μ F, tantaal 6,3 V
C10	22 μ F, tantaal 6,3 V

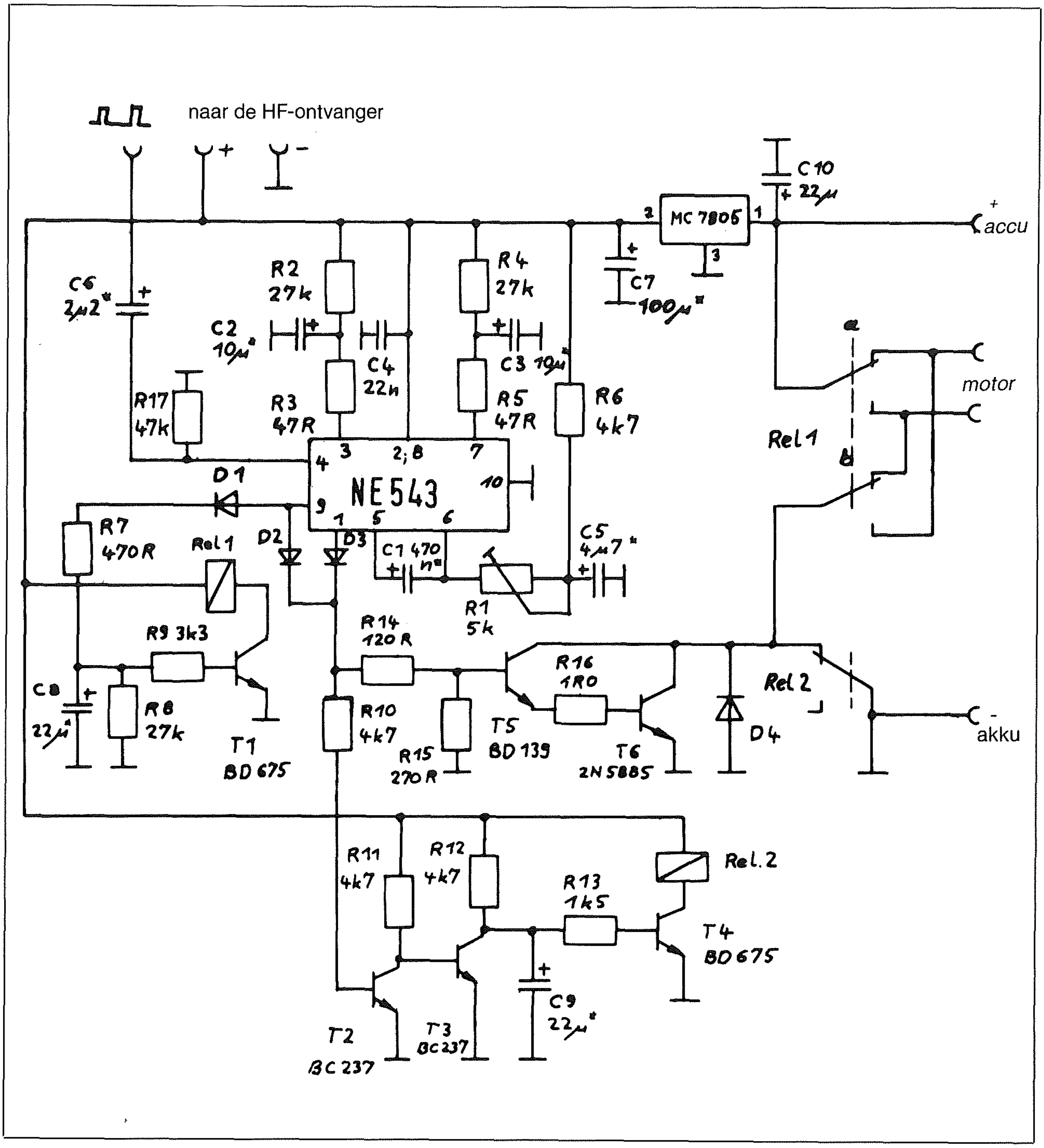
halfgeleiders

D 1	1N4148
D 2	1N4148
D 3	1N4148
D 4	1N4148
T 1	BD675
T 2	BC237
T 3	BC237
T 4	BD675
T 5	BD139
T 6	2N5885 of 2N3055 (zie tekst)
IC1	NE 543 (Signetics)
IC2	μA7805C

diversen

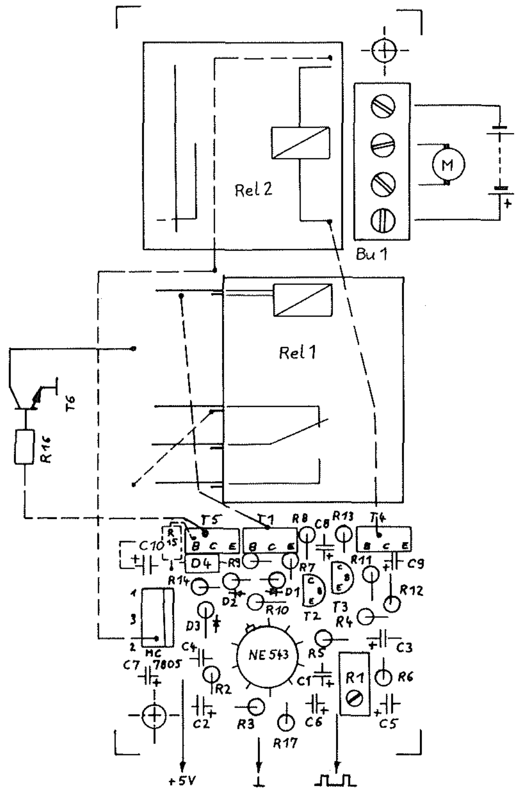
REL1	KACO RB18002L1, 2 μm
REL2	KACO RS1400L1, 1 μm
Bu1	printkroonsteentje, vierpolig

9.1 Een elektronische besturing van elektro-motorisch aangedreven modellen



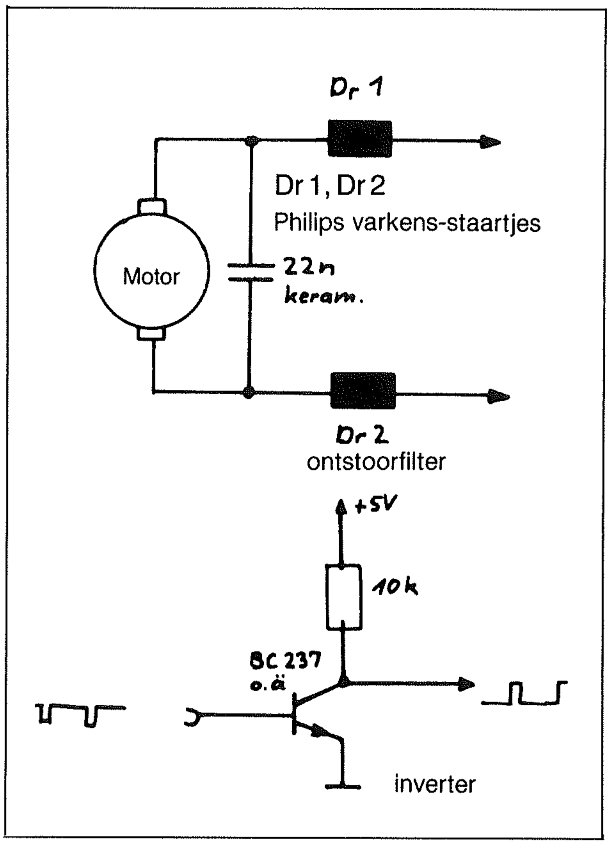
Figuur 4/9.1 -1: het volledige schema van de digitaal-proportionele ontvanger

9.1 Een elektronische besturing van elektro-motorisch aangedreven modellen

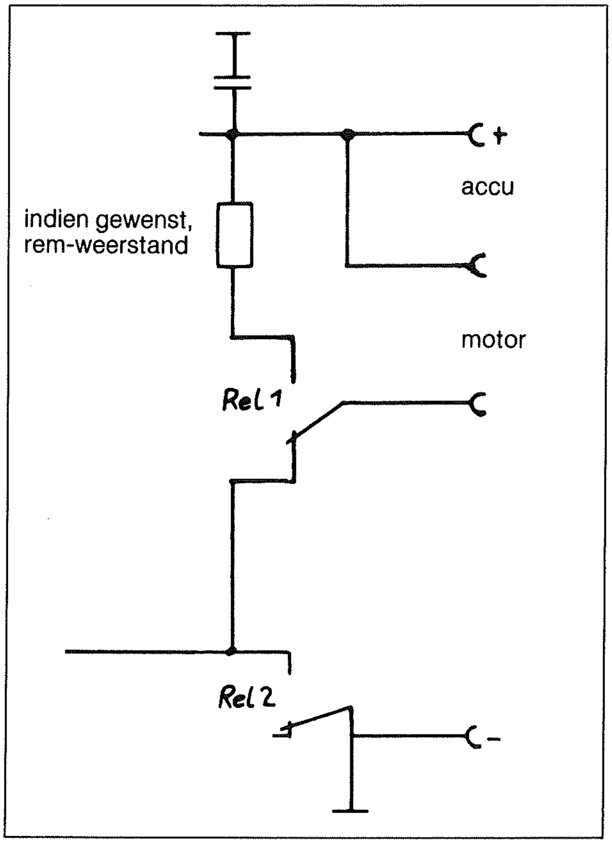


Figuur 4/9.1 -3: de bestukking

9.1 Een elektronische besturing van elektro-motorisch aangedreven modellen

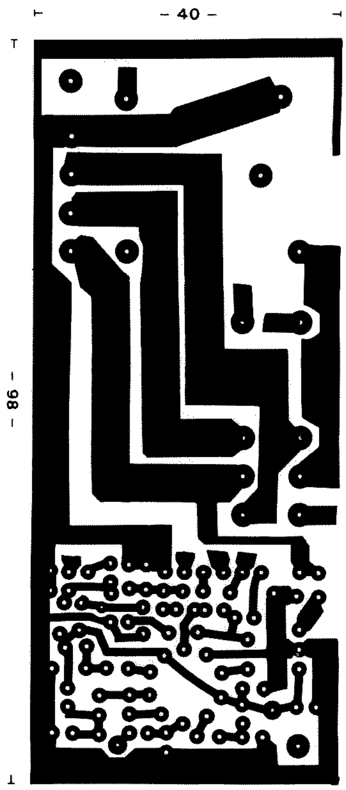


Figuur 4/9.1 -4: ontstoor-schakeling voor de motor en een transistor-invertor, die men bij sommige oudere modellen nodig heeft (zie tekst)



Figuur 4/9.1 -5: schakeling van de relais-contacten bij elektrische rem

9.1 Een elektronische besturing van elektro-motorisch aangedreven modellen



Figuur 4/9.1 -2: het miniatuur-printje voor de ontvanger

4/9.2
Universele afstandsbediening voor 27/40 MHz

De in dit hoofdstuk beschreven universele afstandsbediening heeft tal van toepassingen. Met een geschikt codeer-apparaat kan men er garage-deuren mee openen, apparatuur in en om het huis mee in- en weer uitschakelen, alarminstallaties in auto's op afstand mee activeren, enzovoorts.
De reikwijdte van het apparaat bedraagt ongeveer 100 tot 150 meter, hetgeen voor een zendertje met een maximaal vermogen van 30 mW niet slecht is! Deze prestatie kan niet in de laatste plaats worden toegeschreven aan het gebruik van een TCA 440 in de ontvanger, een zeer gevoelig IC, en aan het toepassen van een ferriet-antenne in de zender.

Coderen en decoderen

Een zender/ontvanger is zonder goede coder en decoder waardeloos.
Er zijn op dit moment twee verschillende coder/decoder combinaties op de markt, ieder met hun specifieke voor- en nadelen. De MM 52300 van National heeft 4096 diverse mogelijkheden. Dit IC is zonder meer het meest universele, omdat men het zowel als decoder dan wel als coder kan gebruiken. De MC 145026 van Motorola (coder) biedt weliswaar meer codeer-mogelijkheden (19683 codes!), maar men moet dan wel een extra decoder gaan gebruiken: de MC 14026.
Maar het Motorola-IC heeft anderszijds dan wel weer een speciale functie, waarmee men bij een basis-code van 243 signalen ook nog eens een 4-bit BCD-signaal kan verzenden. De MC 145027 kan dit signaal decoderen en rechtstreeks verwerken.
Deze functie kan men gebruiken als het de bedoeling is diverse signalen met één zender uit te stralen. Naast de basis-code (uit te zoeken uit 243 diverse combinaties) kan men dan 16 extra signalen uitzenden, die volkomen onafhankelijk zijn van de basis-code. Wij komen daar later uitvoerig op terug.

De ontvanger

Zoals reeds gezegd is de ontvanger samengesteld uit een TCA 440 hooggeïntegreerde schakeling. Het schema van de schakeling is getekend in figuur 4/9.2 -2. Het genoemde IC kan zonder problemen tot frequenties van 40 MHz worden toegepast, terwijl de gevoeligheid bij ongeveer 2 μV ligt.
Bij de 24 MHz uitvoering worden de ingangs-kring en de oscillator-trap uitgerust met een spoel van het type KXC-K-3267N. Voor een frequentie van 27 MHz staat het type KXC-K-3265N ter beschikking.

9.2 Universele afstandsbediening voor 27/40 MHz

Bij alle uitvoeringen is de midden-frequentie gelijk aan 455 kHz. Men kan dus de frequentie van het kristal berekenen met de formule:
kwarts-frequentie = zender-frequentie − 455 kHz.
Voor het 40 MHz-bereik heeft men de beschikking over een aantal goed leverbare kristal-frequenties: 40,665; 40,675; 40,685 en 40,695 MHz.
In de 27 MHz uitvoering kan men ongeveer 45 verschillende kanalen gebruiken. Maar om praktische redenen kan men het beste een keuze maken uit de volgende frequenties: 26,995; 27,045; 27,095; 27,145 en 27,195 MHz.
Het digitale gedeelte van de schakeling is in alle uitvoeringen identiek.

De ingangs-trillingskring ligt aan de massa. De "hete" kant van deze trillingskring is met behulp van een condensator van 4,7 pF verbonden met de antenne. Deze heeft een lengte van ongeveer 50 cm. In de spoel is een condensator geïntegreerd (C_{INT}), zodat men zich geen zorgen hoeft te maken over het precies op elkaar afstemmen van de L- en C-componenten van de kring. De secundaire kring is rechtstreeks met de twee ingangen van het IC verbonden.
De in het IC geïntegreerde oscillator is uitgevoerd als simpele kristal-schakeling. Het kristal wordt opgenomen tussen de naar buiten gebrachte aansluitingen van de basis en de collector. In de collector-kring (pen 6) moet echter wel een afgestemde kring worden opgenomen, dit om het kristal op de juiste frequentie te laten oscilleren. Men kan hiervoor een identieke spoel gebruiken als toegepast in de ingangs-kring, de secundaire aansluitingen blijven vrij. In onze schakeling wordt de tweede oscillatoringang niet gebruikt en deze wordt dan ook ontkoppeld met een condensator van 10 nF (pen 5).
De in het IC ingebouwde meng-schakeling levert het midden-frequente signaal rechtstreeks aan pen 15. Men moet, voor versterking van dit signaal, echter een selectief filter inbouwen, waarmee men de bandbreedte van het signaal verkleint. Dit is noodzakelijk vanwege de eigenschappen van de schakeling, die de digitale informatie uit het signaal afleidt.
Vandaar dat de uitgang van de mengtrap wordt belast met een afgestemde kring, die met de andere zijde aan de positieve voedings-spanning ligt. De secundaire ligt met één aansluiting aan de massa, de "hete" kant gaat rechtstreeks naar een keramisch filter. Men kan diverse in de handel zijnde types toepassen, zoals CFU-455H of LF-B6. De afgestemde kring is een standaard filter voor 455 kHz, zoals gebruikt in iedere AM-ontvanger. Bekendste voorbeeld is het LMC-4100 A van TOKO, overigens ook de fabrikant van de genoemde ingangs- en oscillator-spoelen.

De uitgang van het bandbreedte-begrenzende filter wordt met de ingang (pen 12) van de middenfrequent versterker verbonden. De twee overige beschikbare ingangen van deze versterker (pennen 11 en 13) worden niet gebruikt en zijn ontkoppeld door middel van 10 nF condensatoren. De uitgang van de MF-versterker wordt uitgevoerd via pen 7. Op dit punt wordt nog eens een selectief filter aangebracht (type LMC-4102A van alweer TOKO) om de bandbreedte verder te beperken. Ook nu blijft de secundaire kant van het filter open.

Uit het versterkte middenfrequent sig-

9.2 Universele afstandsbediening voor 27/40 MHz

naal worden twee signalen afgeleid. In de eerste plaats natuurlijk het gemoduleerde laagfrequent signaal, daarnaast een regelspanning voor het sturen van de automatische regel-lus in het IC.
De demodulatie gebeurt op de meest simpele manier: met behulp van een germanium-diode 1 N 60 en een condensator en belastingsweerstand. De condensator vlakt het signaal af, de weerstand van 12 k zorgt voor een ontlaad-weg en geeft de demodulator de aanbevolen tijd-constante. Het laagfrequent signaal wordt aan de negatieve ingang van een als comparator geschakelde operationele versterker van het type LM 358 aangeboden. De andere ingang wordt gestuurd met een referentie-signaal, dat wordt afgeleid uit de regelspanning. Maar nu eerst de regel-kring!
Het gedemoduleerde signaal gaat via een weerstand van 39 k-Ohm naar de positieve ingang van een operationele versterker en naar de regel-ingang pen 9 van het IC. De noodzakelijke vertraging in de regel-lus wordt opgewekt door de elco van 15 μF, geschakeld tussen pen 9 en de massa.
De tweede interne regel-lus, die van de voorversterker, wordt simpelweg uit de S-meter uitgang (pen 10) van het IC gevoed. Op deze uitgang is een spannings-deler 470 Ohm–470 Ohm aangesloten en de midden-aftakking van deze deler gaat naar de eerste regel-ingang pen 3. De twee regel-lussen samen geven een totale regel-omvang van ongeveer 80 dB.

Nu terug naar de uitgang. Operationele versterker OP1 is geschakeld als spannings-volger, op de uitgang staat dus dezelfde spanning als op de ingang. De gebufferde regel-spanning wordt aangesloten op een spanningsdeler naar massa, opgebouwd uit twee weerstanden van respectievelijk 1,8 k-Ohm en 10 k-Ohm. Het knoop-punt van beide weerstanden wordt via een weerstandje van 10 k-Ohm aangeboden aan de positieve ingang van de als comparator geschakelde operationele versterker OP2.
Het omschakel-punt van de comparator wordt dus afgeleid van de regelspanning en op deze manier worden vervormingen die kunnen ontstaan bij wisselende ontvangst-condities tegen gewerkt.

Het uitgangs-signaal van de comparator kan rechtstreeks worden verbonden met de ingang van de decoder. De schakeling moet worden gevoed met een gelijkspanning tussen 9 en 12 V. Stabilisering is niet noodzakelijk, het stroomverbruik van de schakeling bedraagt slechts 20 mA.
Voor het afregelen van de ontvanger heeft men een universeel-metertje nodig en uiteraard een zender voor het opwekken van het te ontvangen signaal. Alle vier de spoelen worden afgeregeld op maximale uitgangs-spanning op het testpunt-TP. Dat is alles! Nog één opmerking: de schakeling werkt met amplitude-modulatie.

De zender

Het schema van de zender is getekend in figuur 4/9.2 -1. Zoals uit deze tekening blijkt is de zender heel wat eenvoudiger dan de ontvanger. Voor de 40 MHz uitvoering worden spoeltjes van het type 2K241 (TOKO) toegepast. Bij de 27 MHz versie van de schakeling worden spoeltjes van het type 2K218 ingebouwd. De waarde van de condensatoren is voor beide uitvoeringen identiek. In de eerste

9.2 Universele afstandsbediening voor 27/40 MHz

trap wordt een BF 199 transistor gebruikt als oscillator. De digitale puls-modulatie wordt aangeboden tussen de basis en de emitter van deze transistor. Het kristal wordt, inductief gekoppeld, aangesloten tussen de basis en de collector. Deze laatste transistor-elektrode is met de hoog-ohmige ingang van de afgestemde kring verbonden. De voedingsspanning wordt via de midden-aftakking van de primaire spoel aan de oscillator aangeboden. In de emitter-kring van de oscillator is een tweede transistor (BC 107, BC 237 of dergelijke) in serie opgenomen. Deze onderbreekt de stroom-kring van de schakeling bij afwezigheid van het te moduleren signaal. De voedingsspannings-leidingen zijn met behulp van condensatoren van 10 nF ontkoppeld. De 100 pF condensator tussen de emitter en collector van de modulatie-transistor verhindert oscilleer-neigingen op ongewenste momenten.
Het modulatie-signaal is afkomstig van de coder. Zoals reeds gezegd kan men de voedingsspanning blijvend aan de schakeling aangesloten laten, omdat het systeem zichzelf in- en uitschakelt op bevel van het modulatie-signaal. Het modulatie-signaal stuurt enerzijds de onderste transistor in verzadiging en levert anderszijds via de tweede weerstand van 10 k-Ohm het instel-signaal voor de oscillator-transistor.
De secundaire wikkeling van de oscillator-spoel ligt met de ene aansluiting rechtstreeks aan de massa en de "hete" kant gaat naar de basis van een BF 199 transistor, geschakeld als HF-versterker. Het versterkte signaal wordt aangeboden aan de tap van een tweede spoel, die als aanpassing dient voor de impedantie van de ferriet-spoel. Ook de condensator van 24 pF, geschakeld tussen collector en massa, wordt voor dit doel gebruikt. De kring die is opgebouwd rond de spoel van de ferriet-staaf dient als extra selectief filter, om het zend-signaal zonder harmonischen de lucht in te sturen.
Voor 27 MHz wordt deze spoel opgebouwd uit 4¾ windingen, in het andere geval zijn 3¾ windingen noodzakelijk. Als ferriet gebruikt men het type VZ 10/40 GK 14 van Kaschke. Zoals reeds gezegd is het uitgangs-vermogen lager dan 30 mW.

Belangrijke opmerking

Zoals iedere zender moet ook deze schakeling door de PTT worden gekeurd. Heeft men de schakeling conform deze beschrijving opgebouwd, dan zal de keuring echter zonder problemen verlopen.

De coder

De coder heeft tot taak het modulatie-signaal voor de zender samen te stellen. Afhankelijk van het IC dat men gebruikt staan tussen de 243 en 19683 codes ter beschikking. De kans dat de code "gekraakt" wordt is verwaarloosbaar. Als extra beveiliging kan nog het feit worden vermeld dat het zo goed als onmogelijk is de frequentie van het systeem met een digitale frequentie-meter na te meten. Dit vanwege het voortdurend aan- en uitschakelen van de oscillator-transistor in de zender!

Gebruikt men de MM 53200 van National (zoals gezegd kan men dit IC met een iets andere externe schakeling ook als decoder toepassen) dan kan men kiezen uit 4092 codes, die door middel van een 12 bit BCD-systeem worden opgeroepen.

9.2 Universele afstandsbediening voor 27/40 MHz

Gebruikt men het IC als coder, dan moet men de volgende verbindingen leggen:
- pen 18= + 9 V.
- pen 17= digitale uitgang naar zender.
- pen 16= blijft open.
- pen 14= + 9 V.
- pen 13= RC-oscillator, opgebouwd uit 100 k-Ohm weerstand naar de + 9 V en 180 pF condensator naar de massa.
- pennen 1 tot en met 12= zijn de code-ingangen en worden ofwel naar de massa geschakeld ("L") of blijven open ("H").

Men kan voor het coderen DIP-schakelaartjes gebruiken, zodat de code snel te veranderen is en de veiligheid van het systeem wordt verhoogd. De voedingsspanning mag niet groter worden dan + 12 V en niet lager dan + 7 V. Vandaar dat een 9 V batterijtje ideaal is voor het voeden van de schakeling. Het spreekt voor zich dat men bij de decoder dezelfde combinatie aan de pennen 1 tot en met 12 moet aanbieden.

Als tweede mogelijkheid kan men het Motorola IC MC 145026 toepassen. De schakelingen rondom dit IC zijn getekend in de figuren 4/9.2 -5 en 4/9.2 6.
Het gegenereerde uitgangs-signaal is identiek als dat bij het National IC. De geïntegreerde schakeling werkt echter alleen als coder en moet samen gaan met de decoder van het type MC 145028 of MC 145027.
De Motorola-combinatie biedt twee verschillende codeersystemen.
Op de eerste plaats kan men 19683 enkelvoudige codes instellen (figuur 4/9.2 -6). Deze codes worden met slechts 9 ingangen ingesteld en dat kan alleen als deze tri-state werken. Men moet ze dus ofwel met de massa, ofwel met de positieve voeding, ofwel nergens mee verbinden. Het probleem is dat men geen DIP-schakelaars aantreft met drie standen, zodat men voor iedere ingang twee afzonderlijke schakelaartjes nodig heeft. Met de ene schakelt men de code-ingang naar de massa, met de andere naar de voeding. Een voorbeeld is getekend in figuur 4/9.2 -7. Het nadeel van dit systeem is dat men erg snel een foutieve schakelaarcombinatie instelt. Er moet immers steeds per ingang een schakelaar gesloten worden en een open blijven. In het onderste schema van deze figuur is daar echter wat op gevonden. Schakelt men een LED op de getekende wijze, dan zal deze LED gaan branden als er per ongeluk twee schakelaars van een ingang worden gesloten! Er ontstaat dan immers een gesloten stroomkring tussen de voeding, de LED en de twee gesloten schakelaars naar de massa.
Terug nu naar de bespreking van de Motorola IC's.
Naast de mogelijkheid van het instellen van 19683 enkele codes kan men het IC ook zo bedraden dat slechts 243 enkele codes over blijven, maar men met ieder van deze codes nog eens een 4 bit BCD-signaal kan uitzenden. Deze schakeling is getekend in figuur 4/9.2 -7. De ingangen 1 tot en met 5 worden op de reeds beschreven manier voorzien van twee schakelaars per ingang voor het instellen van de basis-code. De vier overige ingangen gaan nu door middel van enkelvoudige schakelaartjes naar de massa en dienen voor het instellen van de BCD-code. Er staan dus 16 verschillende sub-codes ter beschikking die door de decoder rechtstreeks worden ontcijferd en op 4 uitgangen aangeboden.
Het zal wel duidelijk zijn dat ook hier een

9.2 Universele afstandsbediening voor 27/40 MHz

gesloten schakelaar overeenkomt met een logische "L" en een open schakelaar met een "H"!

Voor de rest is de schakeling identiek aan die van National:

- pen 16= voedingsspanning, in dit geval tussen de 4,5 en 18 V.
- pen 15= gecodeerd uitgang-signaal, naar de zender.
- pen 14= wordt aan de start-schakelaar aangesloten.
- pennen 11, 12 en 13= vormen de aansluitingen voor het oscillatie-circuit, opgebouwd uit twee weerstanden en een condensator. De drie in de figuur ingetekende waarden blijken in de praktijk het best te voldoen.
- pen 8= massa.
- pennen 1 tot en met 7 en 9 en 10= zijn de codeer-ingangen en worden op de reeds beschreven manier geschakeld.

De decoder

De decoder wordt verbonden met de digitale uitgang van de ontvanger. Als eerste behandelen wij de decoder-schakeling opgebouwd met het National IC. De aansluitingen van dit IC hebben in de decoder-functie de volgende functies:

- pen 18= positieve voedingsspanning (max. 12 V).
- pen 17= uitgang. Deze uitgang ligt in rust op de voedingsspanning en schakelt naar 0 als de ingestelde code op de ingang verschijnt. Men kan met dit signaal een C-MOS flip-flop aansturen, die dan bij ontvangst van een puls zal omklappen. Met de uitgang van deze flip-flop kan men dan een relais of een transistor-schakeling aan en uit sturen.
- pen 16= ingang, wordt verbonden met de uitgang van de ontvanger.
- pennen 14 en 15= gaan naar de massa.
- pen 13= oscillator-ingang die met dezelfde RC-combinatie wordt bestukt als bij de coder.
- pennen 1 tot en met 12= de code-ingangen, moeten op dezelfde manier worden geschakeld als bij de zender.

Als tweede wordt de decoder van Motorola behandeld. De schema's zijn getekend in de figuren 4/9.2 -7 en 4/9.2 -8. Bij het MC 145028 IC zijn twee RC-kringen noodzakelijk, een geschakeld tussen pen 10 en de massa, het tweede aangesloten op de pennen 6 en 7. Pen 11 levert het uitgangs-signaal, deze aansluiting is in rust "L" en gaat naar "H" als het signaal met de ingestelde code wordt ontvangen. Men kan op deze uitgang rechtstreeks C-MOS schakelingen aansluiten.

Ook bij de MC 145027 (het IC dat de uitgezonden BCD-code kan herkennen) zijn dezelfde RC-netwerken noodzakelijk. Dit IC heeft echter slechts 5 codeer-ingangen (tri-state) die op dezelfde manier worden verbonden als bij de zender. De pennen 12 tot en met 15 zijn nu echter uitgang. Op deze uitgangen verschijnt, bij ontvangst van een signaal met de ingestelde basis-code, de BCD-code die op de vier BCD-ingangen van het IC in de zender is ingesteld. Uitgang 11 gedraagt zich precies zo als bij de MC 145028 en men kan het hoge signaal gebruiken voor het sturen van een LED-je dat gaat branden als de basis-code wordt ontvangen. Zeer belangrijk is dat de vier BCD-code uitgangen zijn voorzien van een latch-functie. De herkende code blijft, ook na het wegvallen van het zender-signaal op de uitgangen staan, tot er van de zender een nieuwe code binnenkomt. De vier uit-

9.2 Universele afstandsbediening voor 27/40 MHz

gangen nemen dan de nieuwe code aan. Dat zelfde geldt niet voor uitgang 11: het signaal op deze pen blijft slechts gedurende het ontvangen van de basis-code "H" en gaat nadien weer naar "L".

Een digitale schakeling met ruis-filter

Soms kan het gewenst zijn storingen die door de ontvanger worden ontvangen uit te filteren. Figuur 4/9.2 -3 geeft een eenvoudig schema van een digitale schakeling met automatische ruis-onderdrukker, die tussen de uitgang van de ontvanger en de ingang van de decoder kan worden opgenomen. De verwijzingen in het schema hebben betrekking op het schema van de ontvanger in figuur 4/9.2 -2. De schakeling rond de operationele versterker LM 358 vervalt en wordt vervangen door het schema van figuur 4/9.2 -3. Operationele versterker OP3 ontvangt het S-meter signaal van de TCA 440 en versterkt dit. Het versterkte signaal wordt aangeboden aan een als comparator geschakelde operationele versterker OP4. Het uitgangssignaal van deze schakeling wordt gebruikt voor het verschuiven van het omklappunt van de comparator OP2, die het signaal voor de decoder opwekt. De werking is als volgt. Wordt er geen zender-signaal ontvangen, dan is de spanning op pen 10 van de TCA 440 laag. Ook na versterking zal dit signaal niet in staat zijn de comparator OP4 te laten omslaan. De positieve ingang van deze operationele versterker staat immers door middel van de weerstandsdeler R3 - R4 ingesteld op een positieve spanning.
De spanning op de negatieve ingang is lager, de uitgang van de comparator levert een hoge spanning af, ongeveer gelijk aan de voedingsspanning. Deze hoge spanning wordt via weerstand R9 aangeboden aan de negatieve ingang van OP2. Weerstand R8 gaat echter ook naar de voeding, de negatieve ingang staat bijgevolg op voedingspotentiaal en de uitgang blijft laag. Stoorpulsen, die de decoder in de war zouden kunnen brengen, kunnen nu niet verder komen dan de positieve ingang van de comparator.
Bij ontvangst van een zender-signaal wordt de spanning op pen 10 van de TCA 440 hoger, de comparator OP3 klapt om. Zijn lage uitgangsspanning zorgt voor een normale instelspanning op de negatieve ingang van de comparator OP2. De door OP1 versterkte impulsen zullen OP2 nu wél laten omklappen en het stuursignaal voor de decoder verschijnt op de uitgang.

Tot slot

In dit artikel is, het zal U opvallen, geen uitgewerkte bouwbeschrijving van een afstands-bediening gegeven. Dat kan ook niet, de mogelijkheden van de in deze schakeling toegepaste hypermoderne IC's zijn zo veelzijdig dat ze nauwelijks tot hun recht komen in een schakeling. Wat wij met dit artikel gepoogd hebben is een overzicht te geven van alle mogelijkheden die met de genoemde onderdelen ter beschikking staan. Ieder zal er, naar eigen specifieke wensen en voorkeuren, een geheel eigen praktische schakeling uit kunnen afleiden. Omdat zender- en ontvanger voor alle schakelingen wél identiek zijn, hebben wij daar wél printjes voor ontworpen. De tekeningen treft U aan in de figuren 4/9.2 -5 en 4/9.2 -6. De componenten-opstelling volgt uit figuur 4/9.2 -4.

9.2 Universele afstandsbediening voor 27/40 MHz

Onderdelenlijst zender

Weerstanden

2 x 10 k-Ohm, 1/3 W

Condensatoren

1 x 15 pF, keramisch
2 x 24 pF, keramisch
1 x 100 pF, keramisch
2 x 10 nF, MKH
1 x 20 pF, trimmer

Halfgeleiders

1 x BC 548, BC 107, BC 237
2 x BF 199

Diversen

Spoelen en kristal afhankelijk van frequentie, zie tekst

Onderdelenlijst ontvanger

Weerstanden

2 x 470 Ohm, 1/3 W
1 x 1,8 k-Ohm, 1/3 W
2 x 10 k-Ohm, 1/3 W
1 x 12 k-Ohm, 1/3 W
1 x 39 k-Ohm, 1/3 W

Condensatoren

1 x 2,2 nF, MKH
4 x 10 nF, MKH
1 x 10 µF, staand, 16 V
1 x 15 µF, staand, 16 V

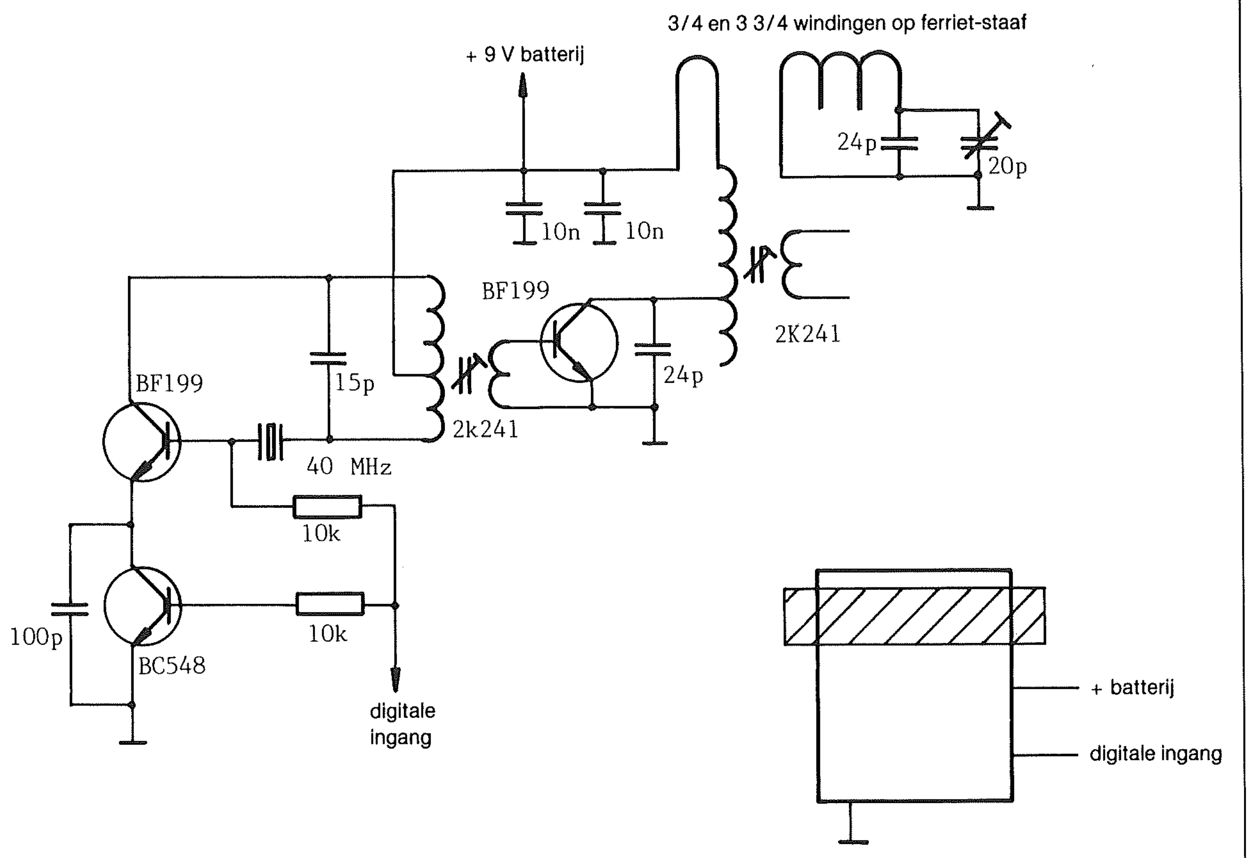
Halfgeleiders

1 x 1 N 60
1 x LM 358
1 x TCA 440

Diversen

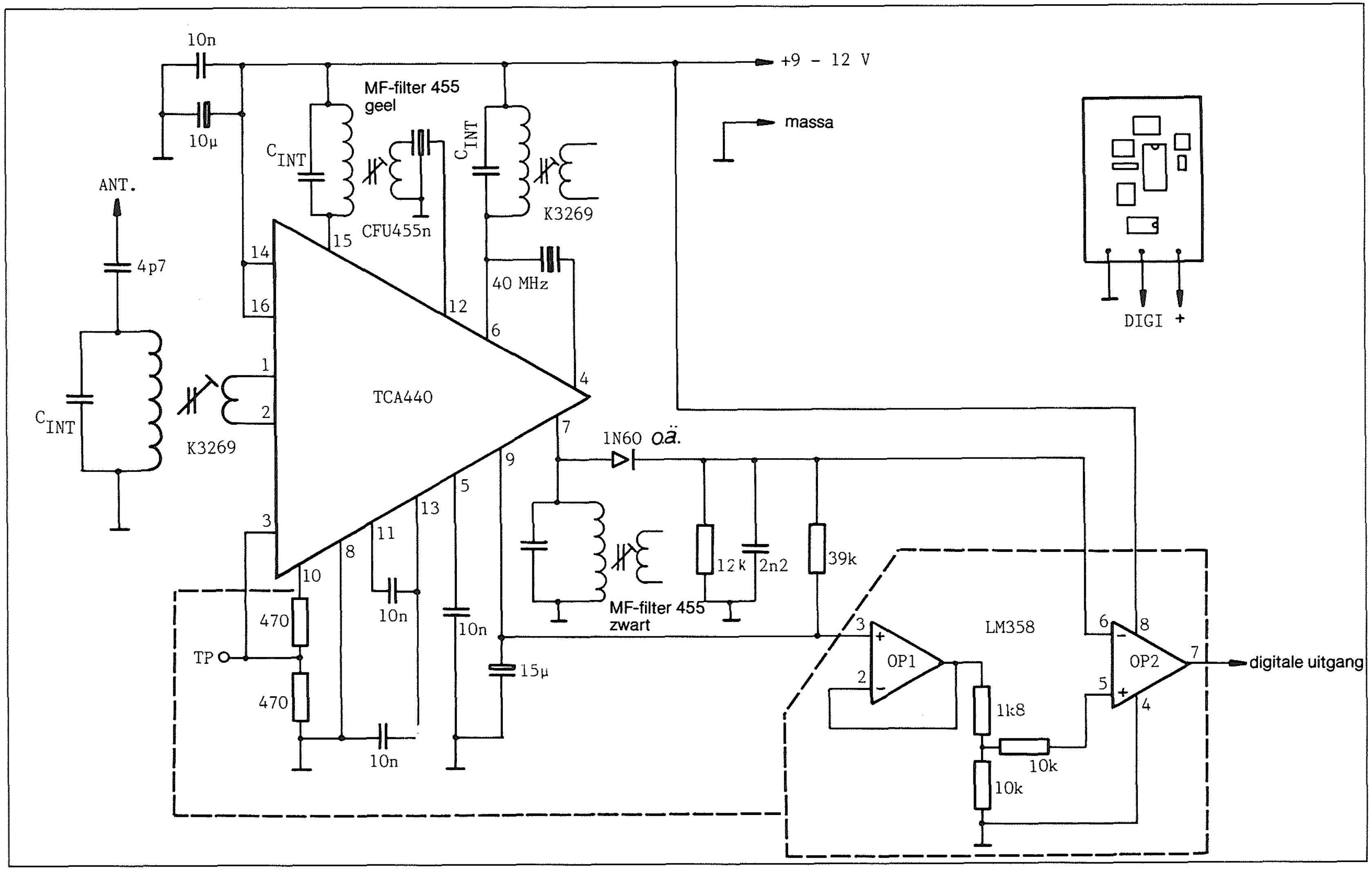
Spoelen en kristal afhankelijk van frequentie, zie tekst

9.2 Universele afstandsbediening voor 27/40 MHz

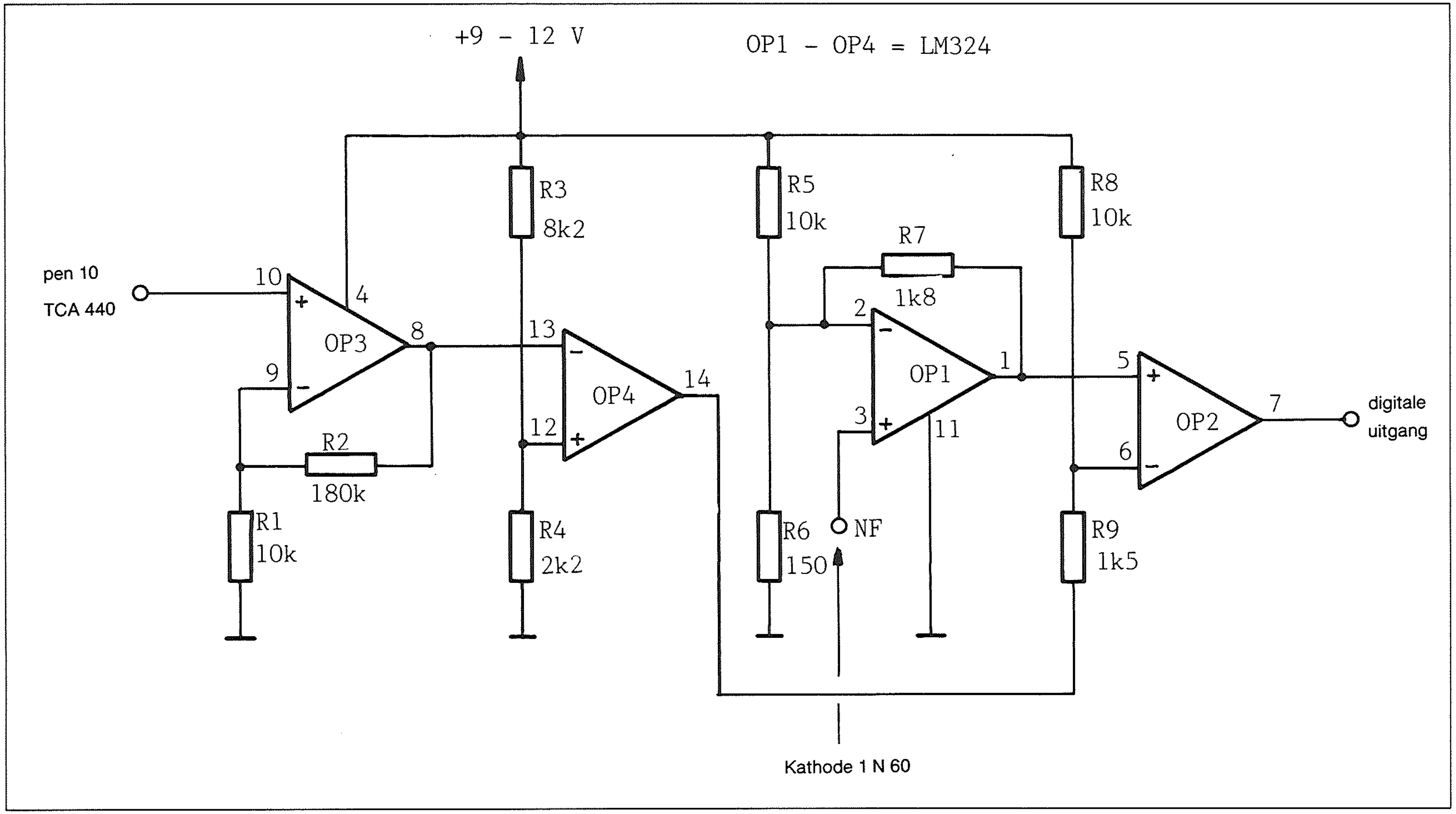


Afregelen: oscilloscoop op digitale uitgang van de ontvanger, universeel-meter op S-uitgang (pen 10), afstand tussen zender en ontvanger ongeveer 5 m en zender afregelen op grootste spanning op pen 10 en mooiste digitale uitgang.

Figuur 4/9.2 -1: Het schema van de 40 MHz zender.

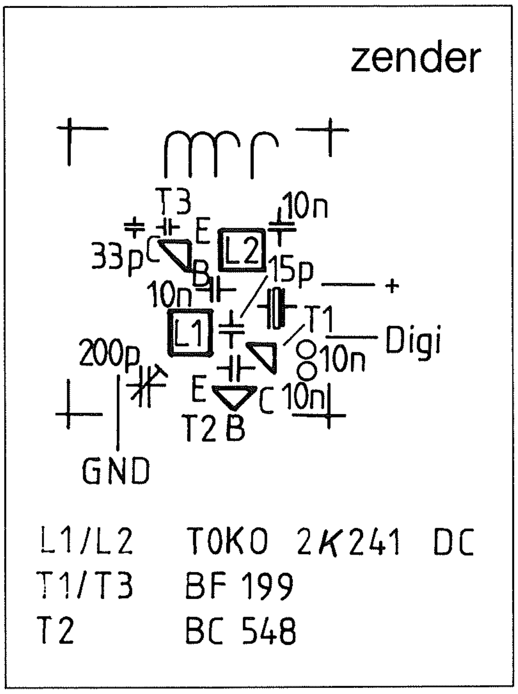


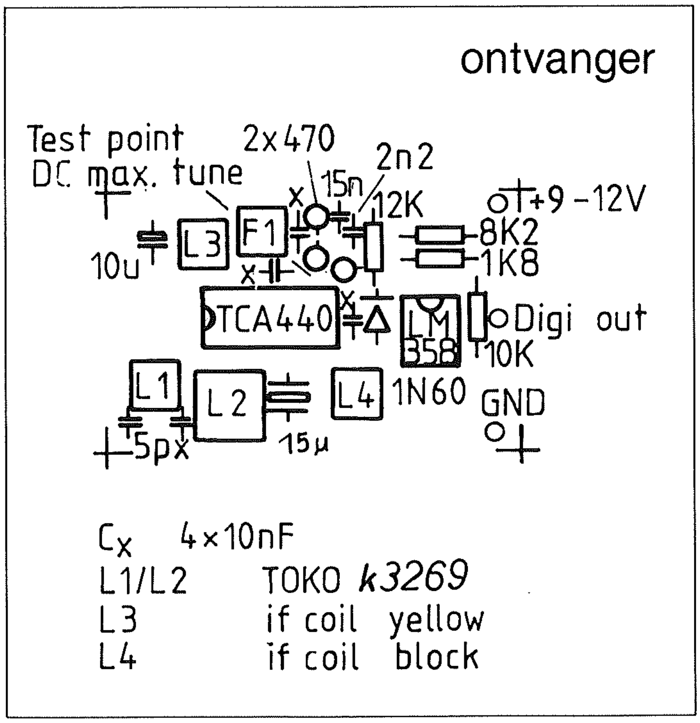
Figuur 4/9.2 -2: Schema van de ontvanger met eenvoudige digitale uitgangstrap.



Figuur 4/9.2 -3: Alternatieve ontvangers-uitgangstrap met automatische ruis-onderdrukking.

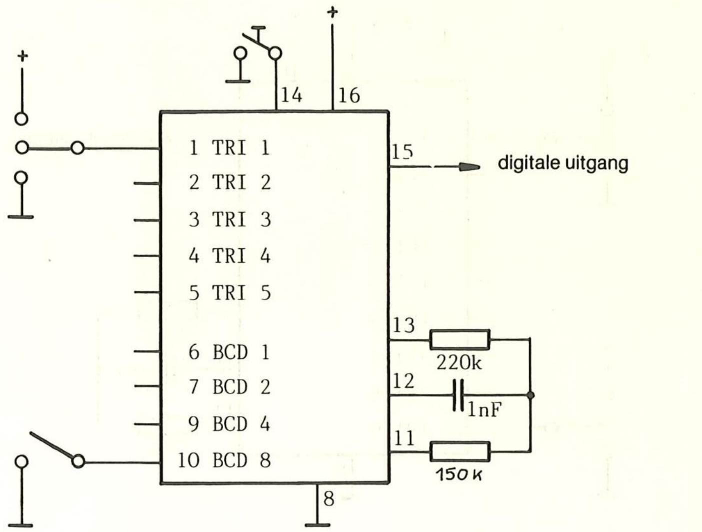
9.2 Universele afstandsbediening voor 27/40 MHz



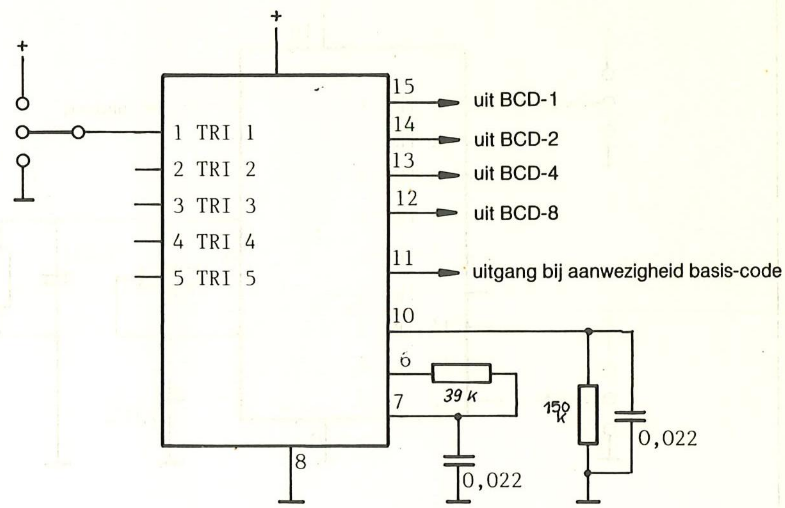


Figuur 4/9.2 -4: Bestukkings-tekeningen voor de zender- en ontvanger-printen.

9.2 Universele afstandsbediening voor 27/40 MHz



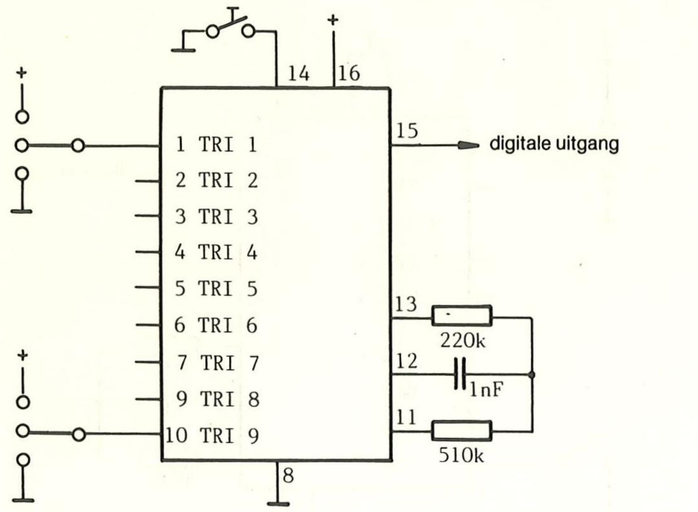
schema MC 145026 als encoder met BCD-code als extra



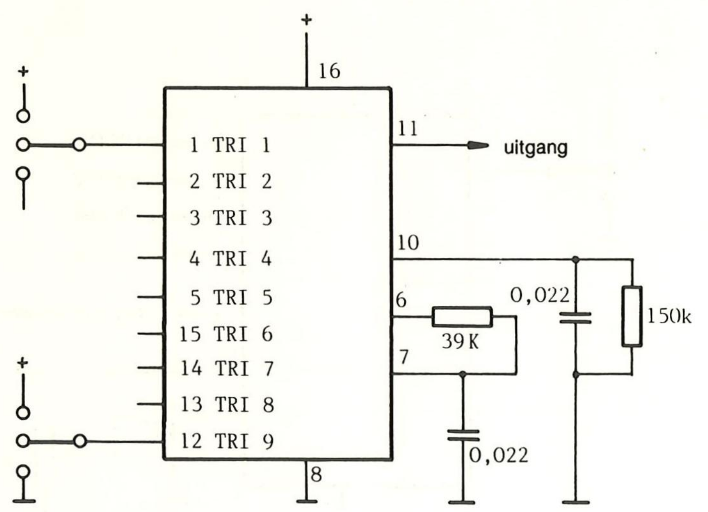
schema MC 145027 als decoder met BCD-code als extra

Figuur 4/9.2 -7: Schema's van de Motorola coders en encoders met BCD-codering voor iedere basis-code.

9.2 Universele afstandsbediening voor 27/40 MHz



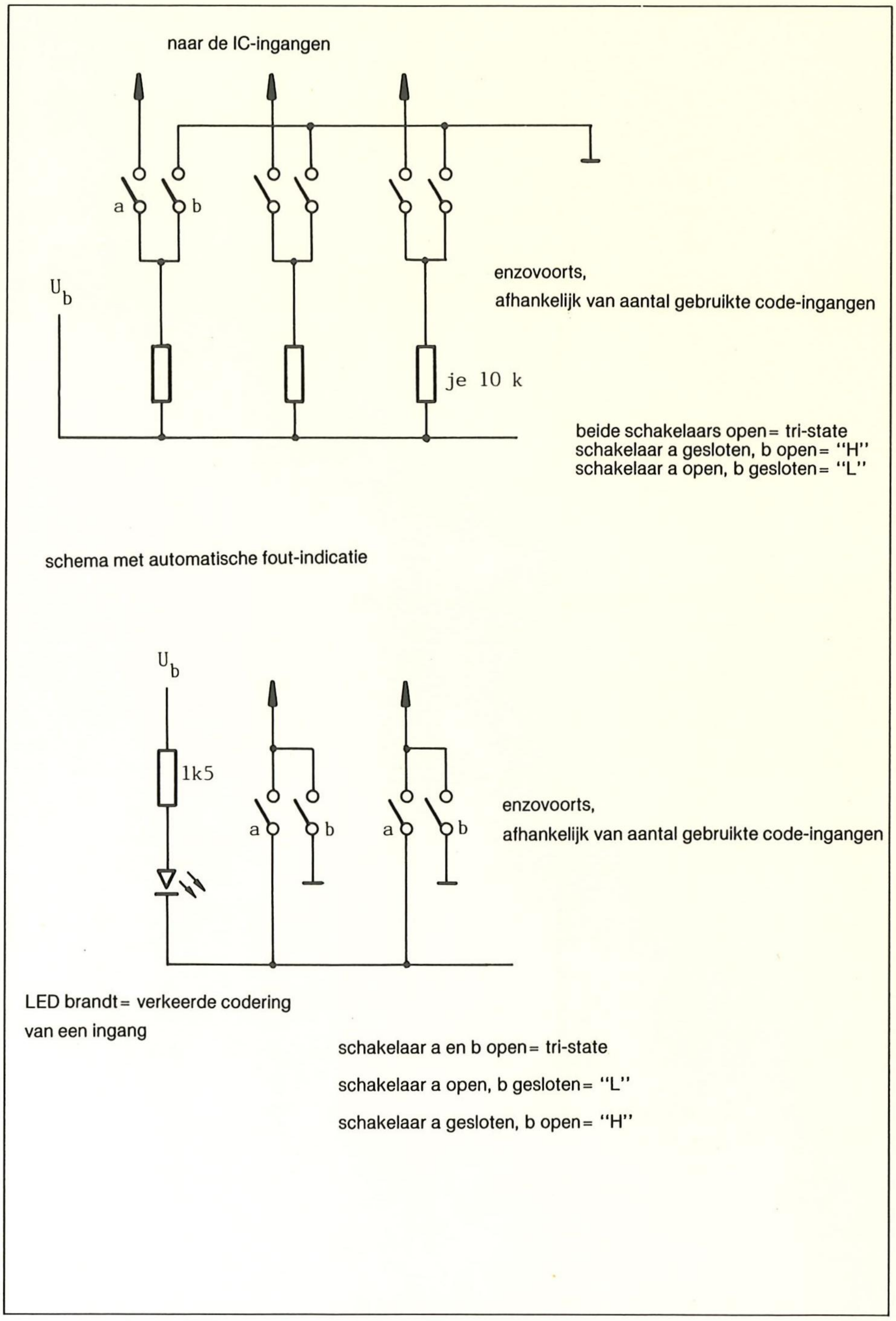
schema MC 145026 als encoder zonder extra BCD-codering



schema MC 145028 als decoder zonder extra BCD-codering

Figuur 4/9.2 -8: Schema van de Motorola coders en decoders zonder extra BCD-codering.

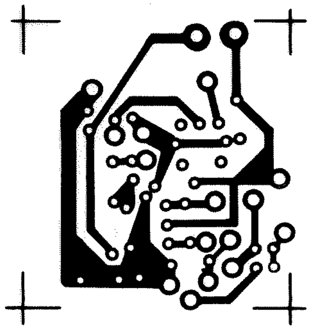
9.2 Universele afstandsbediening voor 27/40 MHz



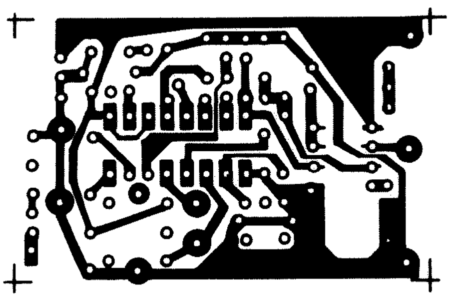
Figuur 4/9.2 -9: Programmering met behulp van DIL-schakelaars bij de Motorola IC's.

9.2 Universele afstandsbediening voor 27/40 MHz

9.2 Universele afstandsbesturing



Figuur 4/9.2 -8: print 1 (zender)



Figuur 4/9.2 -9: print 2 (ontvanger)

4/9.4

NiCad-snellader voor mobiel gebruik

Inleiding

Bij modelbouw overheersen de elektrisch aangedreven scheepsmodellen. Moderne scheepsmodellen hebben echter zware motoren en allerlei elektrische en elektronische toeters en bellen, die zware eisen stellen aan de NiCad's.
Het gebeurt dan ook vaak dat de accu's leeg zijn voor men er erg in heeft. Voor dergelijke situaties is het handig als men een snellader ter beschikking heeft, die de NiCad's uit de auto-accu kan opladen. Met de in dit hoofdstuk besproken schakeling kan dat, waarbij de laadstroom instelbaar is op 2,4 A en 3,6 A.
Het apparaatje werkt volledig automatisch. Het enige dat men moet doen is door middel van een potentiometer de spanning van het accu-pack instellen en een omschakelaar instellen op de gewenste stroom. De schakeling zal eerst de NiCad's volledig ontladen en dan via een snellading de accu's in ongeveer een half uur tot ongeveer 80 % van de volledige capaciteit opladen.

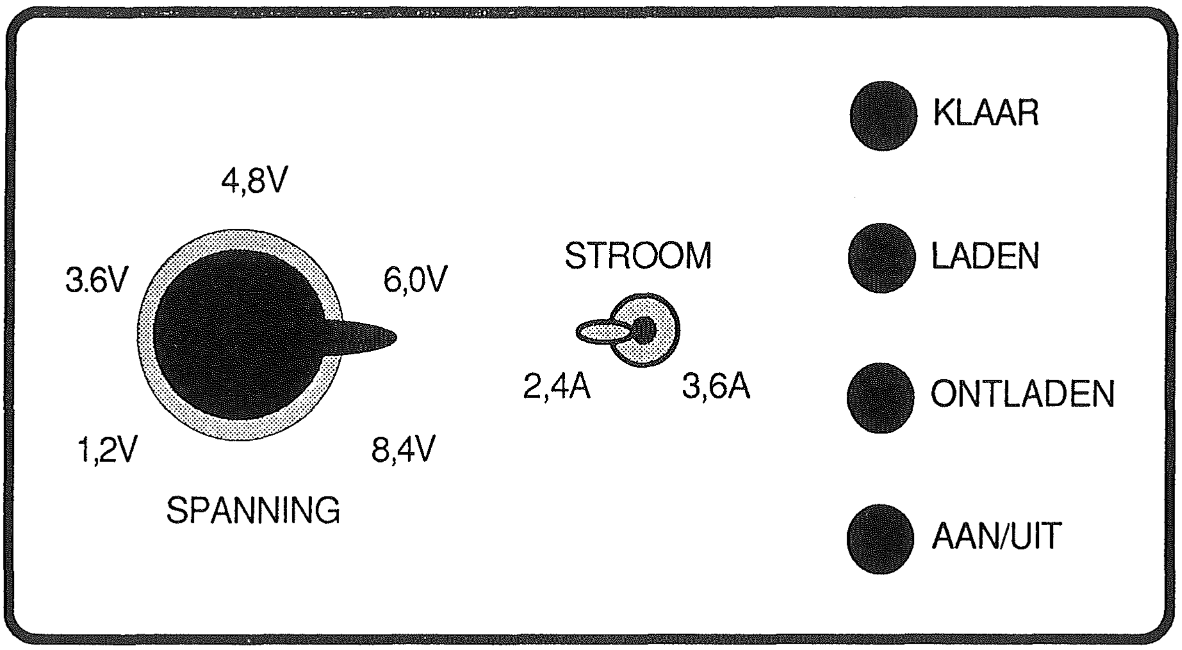
Verschillende fabrikanten van accu's brengen tegenwoordig speciale snel ladende typen op de markt, waarbij de laadtijd van normaal 14 uur kan verkort worden tot een half uur.
Natuurlijk moet men het model bij gebruik van deze schakeling met deze snel ladende NiCad's uitrusten.

Bediening en werking

De werking van het apparaatje kan het best worden toegelicht aan de hand van het bedieningspaneel. Dit is getekend in figuur 4/9.4-1.

Het kastje wordt aangesloten op de auto-accu. De spanning van de accu mag variëren tussen 10 V en 15 V. Op de uitgangsklemmen wordt het te laden accu-pack aangesloten. Links staat de potentiometer, waarmee men de normale werkspanning van het accu-pack kan instellen. Het bereik loopt van 1,2 V tot 8,4 V, hetgeen overeen komt met 1 tot 7 cellen. Deze instelling is absoluut noodzakelijk, omdat de schakeling dit gegeven nodig heeft om te besluiten tot welke spanning de accu ontladen mag worden. In het midden staat een drie standen tuimelschakelaar. In de middenstand is het apparaatje in rust, wordt de digitale besturing gereset en zal de schakeling laden noch ontladen. Sluit men het accu-pack aan, dan kan men een procedure starten door de schakelaar ofwel naar de stand 2,4 A ofwel naar de stand 3,6 A te verplaatsen.
Hoewel er tegenwoordig accu-pack's in de handel zijn met verschillende capaciteiten zal men in de praktijk aan deze twee stroombereiken genoeg hebben. In de meeste scheepsmodellen worden pack's gebruikt met een capaciteit van 1,2 Ah of 1,8 Ah.

9.4 NiCad-snellader voor mobiel gebruik



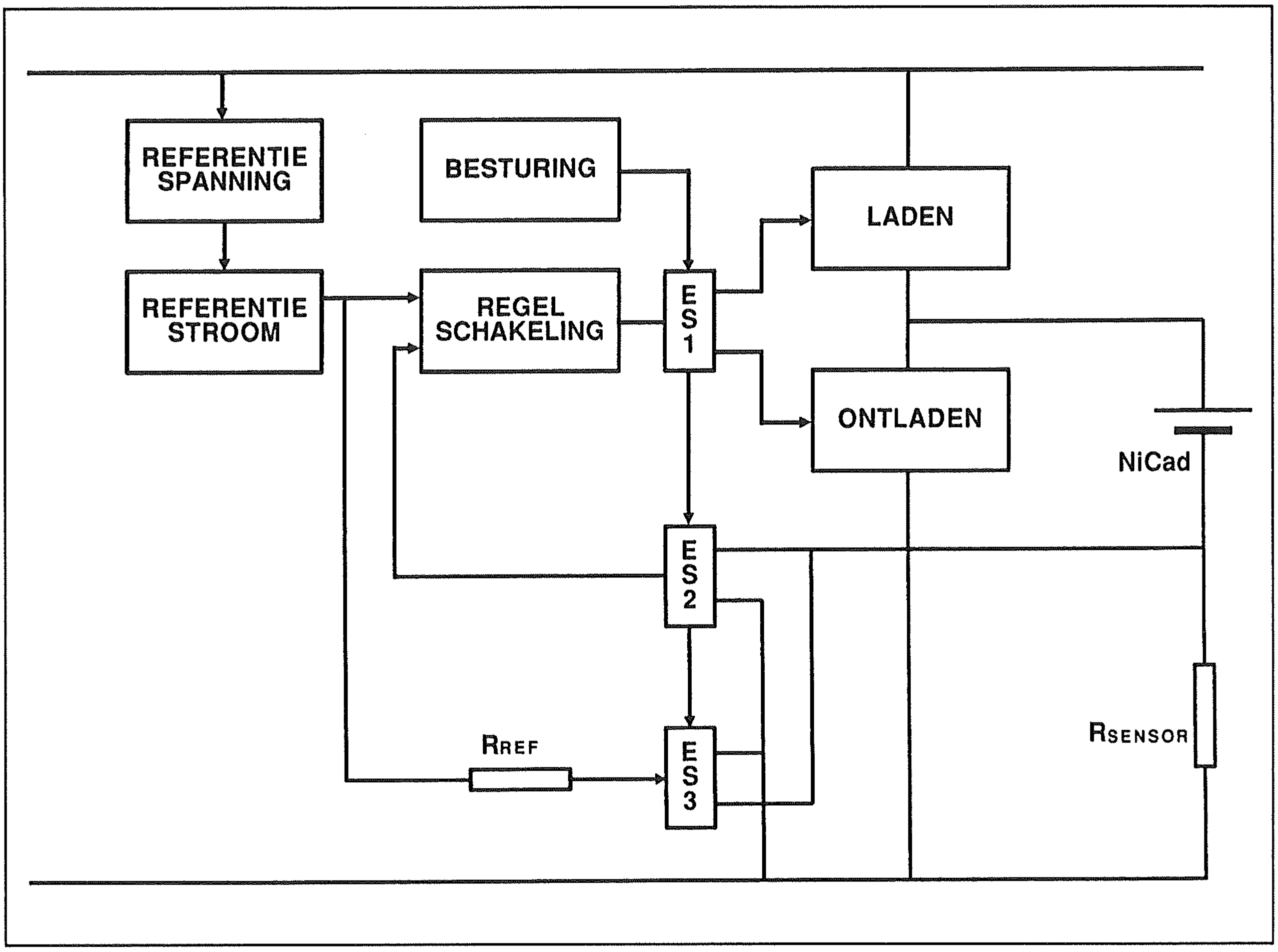
Figuur 4/9.4-1: Het bedieningspaneel van de snellader.

Deze capaciteiten komen overeen met snellaad stromen van:
1,2 Ah / 0,5 h = 2,4 A
en
1,8 Ah / 0,5 h = 3,6 A.
Het is echter zonder grote problemen mogelijk de twee ter beschikking staande stromen aan andere capaciteiten aan te passen. Het volstaat namelijk de waarde van de weerstanden R2 en R4 te veranderen (zie later).
Van zodra de tuimelschakelaar in een van de stroom-standen wordt gezet zal de besturing de schakeling instellen op ontladen. Het NiCad-pack wordt dan ontladen met de ingestelde stroom totdat de minimale ontlaadspanning bereikt is.
Op dat moment schakelt de digitale besturing om van ontladen naar laden en wordt de accu gedurende precies een half uur geladen met de ingestelde stroom.

Het gehele proces wordt gevolgd door middel van vier LED's, rechts op het kastje, waarvan de benamingen mededelen wat er gebeurt:
- AAN/UIT:
  De schakeling is met de auto-accu verbonden, maar staat in de ruststand.
- ONTLADEN:
  Het aangesloten NiCad-pack wordt ontladen met de ingestelde stroom.
- LADEN:
  De NiCad's worden snel geladen in een half uur tot 80 % van hun capaciteit.
- KLAAR:
  De snellading is klaar, bij aangesloten NiCad's worden deze met een veel lagere stroom verder opgeladen tot maximale capaciteit.

In principe zou het mogelijk zijn het tijdverlies door het ontladen te voorkomen.

9.4 NiCad-snellader voor mobiel gebruik



Figuur 4/9.4-2: Het blokschema van de snellader.

Er bestaan namelijk systemen die verhinderen dat een NiCad overladen wordt. Een van de bekendste is het meten van de temperatuur van de cellen. Voor gebruik "in het veld" leek dat echter geen praktisch bruikbare oplossing, omdat de omgevingstemperatuur in de vrije lucht te zeer kan schommelen. Vandaar dat gekozen is voor de langzame, maar in ieder geval veilige methode van voorafgaande ontlading. Met dit systeem kan het namelijk nooit gebeuren dat de cellen beschadigd worden door een te lange lading.

Het blokschema van de schakeling
Het blokschema van de snellader is getekend in figuur 4/9.4-2.

De NiCad-accu wordt in serie met een sensorweerstand R_{SENSOR} tussen de massa en het knooppunt van de blokken LADEN en ONTLADEN aangesloten. De stroomsensor wordt gebruikt om de grootte van de ontlaad- en laadstromen te bewaken en te stabiliseren. Het blok ONTLADEN bevat een PNP-darlington, die de accu naar de massa ontlaadt. Het blok LADEN bevat een NPN-darlington, die de accu laadt vanuit de spanning van de auto-accu.
Het omschakelen van laden naar ontladen wordt geregeld door het blok BESTURING. Dit stuurt een elektronische omschakelaar ES1, die de uitgang van de REGELSCHAKELING ofwel met de in-

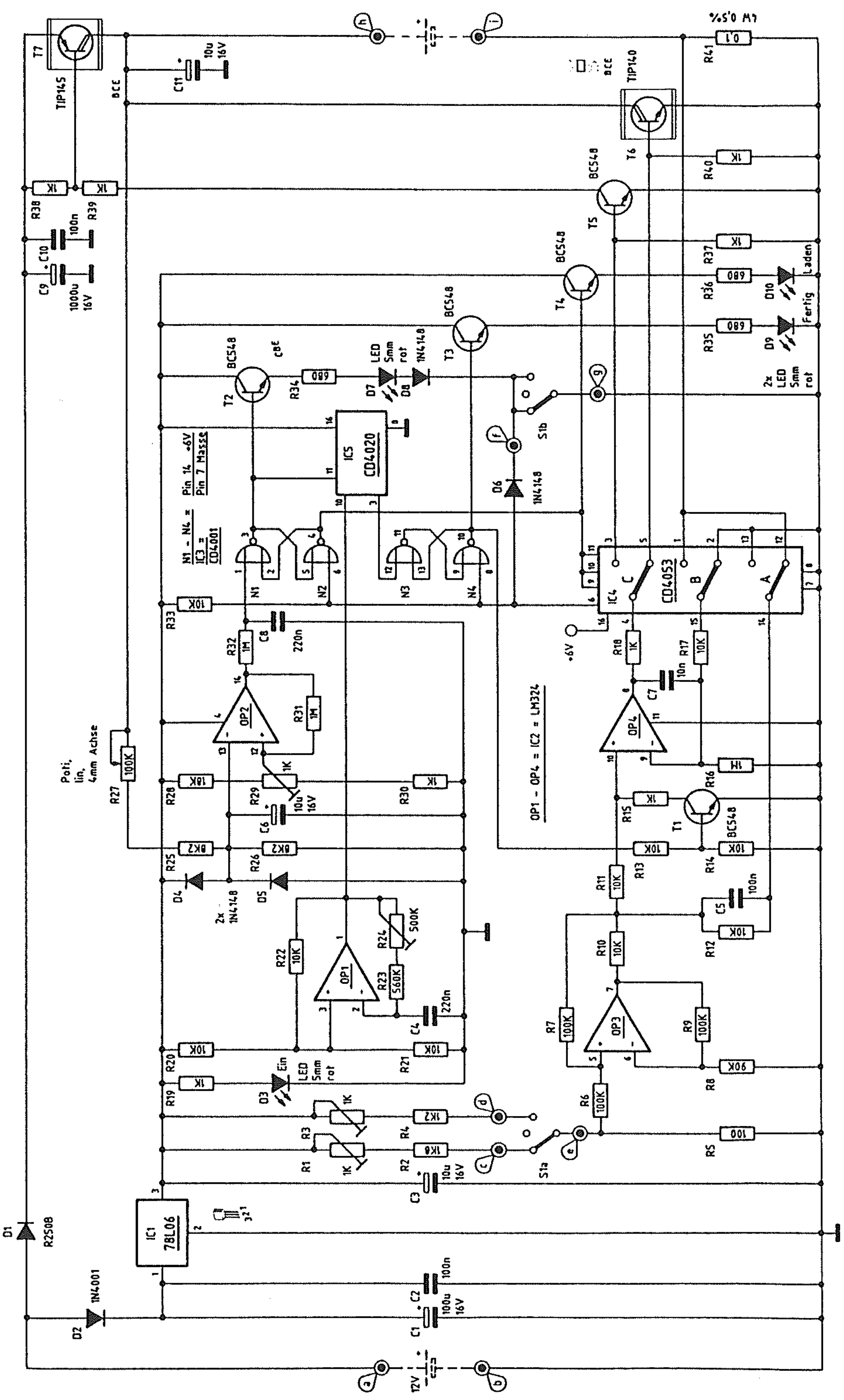
gang van het blok LADEN of met de ingang van het blok ONTLADEN verbindt. De REGELSCHAKELING vergelijkt de spanning over de weerstand R_{SENSOR} met de spanning die geleverd wordt door een zeer nauwkeurige referentiespanning. Deze spanning wordt in twee stappen gegenereerd. Als eerste stap wordt gebruik gemaakt van een omschakelbare spanningsreferentie, die tweede stabiele spanningen genereert. Iedere laadstroom heeft zijn eigen referentiespanning. In een tweede trap wordt deze spanning omgezet in een constante referentiestroom. Deze stroom vloeit door de weerstand R_{REF} en zal over deze weerstand de uiteindelijke referentiespanning voor de REGELSCHAKELING genereren. Omdat de stroom in twee richtingen door de weerstand R_{SENSOR} vloeit is het noodzakelijk de weerstand R_{REF} en de terugkoppelingang van de REGELSCHAKELING om te polen. De spanning over de weerstand R_{SENSOR} heeft immers een polariteit ten opzichte van de massa, die afhankelijk is van laden of ontladen! Vandaar dat twee extra elektronische schakelaars ES2 en ES3 noodzakelijk zijn, die dit ompolen voor hun rekening nemen. Nadat het half uurtje laden verstreken is, is de accu zoals reeds opgemerkt opgeladen tot ongeveer 80 % van de maximale capaciteit. Laat men de NiCad's aangesloten, dan wordt de laadstroom gereduceerd tot een volledig veilige waarde en kunnen de accu's rustig opladen tot hun maximale capaciteit. Maar in de meeste gevallen zal men uiteraard de cellen na het half uur onmiddellijk nodig hebben om een scheepsmodel weer in de grote vaart te houden!

Het praktische schema van de schakeling
Het volledige schema van de schakeling is getekend in figuur 4/9.4-3.

De accu-spanning wordt via de twee dioden D1 en D2 met de schakeling verbonden. Deze dioden zorgen ervoor dat de schakeling niet defect raakt als men per ongeluk de auto-accu verkeerd om aansluit.
Uit de accu-spanning wordt door middel van IC1, een seriestabilisator, een mooie gelijkspanning van +6 V afgeleid. Uit deze spanning wordt de gehele elektronica gevoed.
Het met de accu verbinden van het apparaat wordt aangegeven door de LED D3 (AAN/UIT), die met de voorschakelweerstand R19 tussen de uitgang van de stabilisator en de massa is geschakeld.

Het ontlaad- en laadcircuit
De twee referentiespanning wordt uit de gestabiliseerde spanning afgeleid door middel van de weerstandsdelers R1 tot en met R5. Uiteraard moet men de waarde van deze spanning aanpassen aan de laadstroom. Vandaar dat de schakelaar S1a aanwezig is, een segment van de dubbelpolige tuimelschakelaar met drie standen. De referentiespanning verschijnt over de weerstand R5.
De schakeling rond de operationele versterker OP3 is de stroomgenerator.
De zeer stabiele en constante uitgangsstroom staat ter beschikking op het knooppunt van R10, R11 en R12. Onder normale omstandigheden, als de transistor T1 in sper staat, heeft de operationele versterker OP4 een oneindig hoge ingangsweerstand. De referentiestroom kan dus niet afvloeien via de weerstand R11 en verkiest het zijn weg te vervolgen via weerstand 12. Via een segment van de elektronische omschakelaar IC4 vloeit de referentiestroom ofwel naar de bovenzijde, ofwel naar de onderzijde van de sensorweerstand R41.

9.4 NiCad-snellader voor mobiel gebruik



Figuur 4/9.4-3: Het volledige schema van de snellader.

9.4 NiCad-snellader voor mobiel gebruik

Deze schakelaar bepaalt het referentiepunt voor de regelversterker.
De uiteindelijke referentiespanning voor de regelversterker ontstaat dus over de weerstand R12. Deze spanning wordt aangeboden aan de niet-inverterende ingang van OP4. De tweede ingang gaat via de weerstand R17 naar de andere aansluiting van de sensorweerstand R41. Vandaar dat ook hiervoor een segment van de elektronische schakelaar wordt gebruikt. Door dit omschakelen van zowel terugkoppelweerstand R17 als referentieweerstand R12 zal de operationele versterker OP4 goed werken, zowel bij laden als bij ontladen. De operationele versterker T4 vergelijkt de spanning over R41 met deze over R12 en zal de laad- en ontlaadtrappen zo sturen dat beide spanningen aan elkaar gelijk zijn. Omdat de spanning over R12 constant is, zal dus ook de spanning over R41 constant zijn. Het gevolg is dat door deze weerstand een constante laad- of ontlaadstroom zal vloeien.
Het omschakelen van laden naar ontladen wordt verzorgd door het bovenste segment van de elektronische omschakelaar. Dit verbindt de uitgang van de operationele versterker OP4 met de basis van T6 (ontladen) of met de basis van T5 (laden). Beide basissen zijn via weerstanden met de massa verbonden, zodat zij niet kunnen geleiden als zij niet uit de uitgang van de operationele versterker worden gestuurd.

Het ontlaadcircuit is zeer eenvoudig. De geleidende darlington T6 sluit de positieve pool van de NiCad's (aangesloten tussen de klemmen h en i) kort naar de massa. Het regelsysteem met OP4 zorgt ervoor dat de darlington net zoveel geleid om de ingestelde stroom uit de NiCad's te laten vloeien.

Het laadcircuit is al even eenvoudig. Als T5 spert, zal er geen spanning vallen over de weerstand R38. De basis/emitterspanning van de darlington T7 is nul, deze halfgeleider spert. Wordt T5 door de operationele versterker OP4 in geleiding gestuurd, dan zal er spanning vallen over de genoemde weerstand en de darlington krijgt basissturing. De NiCad's krijgen nu de door het regelsysteem gedicteerde stroom toegevoerd vanuit de auto-accu.

De besturing van de schakeling
De volledige schakeling wordt bestuurd door twee flip-flop's, samengesteld uit de poorten N1 tot en met N4. Als de stroomschakelaar S1b in de neutrale middenstand staat, zullen de onderste ingangen van de poorten N2 en N4 via de weerstand R33 op "H" staan. In deze neutrale ruststand zijn de uitgangen van de poorten N2 en N4 "L" en de uitgangen van de poorten N1 en N3 "H". De uitgang van de poort N1 stuurt de reset-ingang van de teller IC5, zodat deze niet kan tellen.
In de neutrale middenstand van de schakelaar S1b wordt bovendien de inhibit-ingang op pen 6 van de elektronische schakelaar IC4 "H". Dit heeft tot gevolg dat de schakeling naar een soort van tri-state gaat en dat de schakelaars niet actief zijn. Er wordt dus niet geladen en niet ontladen.

Schakelt men nu S1b in een van de stroomstanden, dan wordt de onderzijde van de weerstand R33 via de diode D6 naar de massa getrokken. Voor de twee flip-flop's heeft dat nog geen gevolgen. De inhibit van de elektronische schakelaar wordt echter opgeheven en het "L" op de uitgang van poort N2 zorgt ervoor dat de schakelaars in de getekende stand staan. De "H" op de uitgang van poort N1 stuurt

9.4 NiCad-snellader voor mobiel gebruik

de transistor T2. De emitter wordt via de dioden D7, D8 en de schakelaar S1b met de massa verbonden, zodat de transistor kan geleiden en de LED D7 (ONTLADEN) gaat branden. Door de getekende stand van de elektronische omschakelaars wordt de basis van de ontlaad-darlington T6 gestuurd uit de uitgang van OP4 en de NiCad's worden ontladen.

De spanning over de NiCad's wordt in de gaten gehouden door de als comparator geschakelde operationele versterker OP2. De spanning van de NiCad's wordt via de potentiometer R27 (SPANNING) en de weerstand R25 aangeboden aan de inverterende ingang.
Deze spanning wordt vergeleken met een referentiespanning op de niet-inverterende ingang, af te regelen met de instelpotentiometer R29. Zolang de spanning over een cel van het NiCad-pack groter is dan 0,9 V is de uitgang van OP2 "L". De flip-flop N1/N2 wordt niet gestuurd. Op het moment echter dat de celspanning kleiner wordt dan 0,9 V (einde van de ontlading) schakelt de uitgang van OP2 naar "H". Deze spanning stuurt via het ontstoornetwerkje R32/C8 de bovenste ingang van de poort N1. De flip-flop N1/N2 klapt om, met als gevolg dat de uitgang van poort N1 "L" wordt en de uitgang van poort N2 "H".
Dit heeft verschillende gevolgen:
- de basissturing voor transistor T2 valt weg, zodat deze halfgeleider spert en de LED D7 (ONTLADEN) dooft;
- de stuuringang van de elektronische schakelaar IC4 verandert van logisch niveau, zodat alle drie de schakelaars omschakelen;
- het hoge niveau op de uitgang van N2 stuurt de basis van T4 positief. Deze halfgeleider gaat geleiden, met als gevolg dat de LED D10 (LADEN) gaat branden;
- de lage uitgang van N1 stuurt de reset van de teller IC5 vrij, zodat deze schakeling kan gaan tellen.

Het systeem schakelt nu dus om naar laden, de darlington T7 wordt via T5 uit de operationele regelversterker OP4 gestuurd.

De teller IC5 is verantwoordelijk voor de laadtijd van een half uur. Dat werkt als volgt. Operationele versterker OP1 is als astabiele multivibrator geschakeld en genereert een blokgolf, waarvan de frequentie wordt bepaald door de waarde van de instelpotentiometer R24 en gelijk is aan 4,55 Hz. De uitgangspulsen van de multivibrator sturen de tel-ingang (pen 10) van de teller IC5. Na een half uur schakelt de hoogste uitgang van deze teller (pen 3) van "L" naar "H". Dit signaal komt terecht op de bovenste ingang van de poort N3. Het gevolg is dat de flip-flop N3/N4 omklapt. De uitgang van N3 wordt "L", de uitgang van N4 wordt "H".
Dit heeft onderstaande gevolgen:
- de hoge uitgang van N4 stuurt de transistor T3 in geleiding, met als gevolg dat de LED D9 (KLAAR) gaat branden;
- dezelfde hoge uitgang stuurt via de weerstand R13 de transistor T1 in geleiding.

Het gevolg van deze laatste actie is dat de referentiespanning van de regelversterker, die ter beschikking staat over de weerstand R12, nu wordt belast door de spanningsdeler R11/R15. De referentiespanning van de regelversterker gaat behoorlijk dalen, met als gevolg dat ook de laadstroom van de NiCad's flink daalt. De aangesloten accu kan nu, indien gewenst, met deze kleine stroom nageladen worden van 80 % tot 100 % van zijn capaciteit.

9.4 NiCad-snellader voor mobiel gebruik

Onderdelenlijst

Weerstanden, 1/4 W:

R2	=	1,8	kΩ
R4	=	1,2	kΩ
R5	=	100	Ω
R6,R7,R9	=	100	kΩ
R8	=	90	kΩ
R10,R11,R12,			
R13,R14	=	10	kΩ
R15	=	1	kΩ
R16	=	1	MΩ
R17	=	10	kΩ
R18,R19	=	1	kΩ
R20,R21,R22	=	10	kΩ
R23	=	560	Ω
R25,R26	=	8,2	kΩ
R28	=	18	kΩ
R30	=	1	kΩ
R31,R32	=	1	MΩ
R33	=	10	kΩ
R34,R35,R36	=	680	Ω
R37,R38,			
R39,R40	=	1	kΩ

Potentiometers:

R1,R3,R29	=	1	kΩ	instel
R24	=	500	kΩ	instel
R27	=	100	kΩ	pot, lin

Condensatoren:

C1	=	100	µF	16 V elco
C2,C5,C10	=	100	nF	MKH
C3,C6,C11	=	10	µF	16V elco
C4,C8	=	220	nF	MKH
C7	=	10	nF	MKH
C9	=	1000	µF	16 V elco

Halfgeleiders:

D1	=	R250B
D2	=	1N4001
D3,D7,D9,D10	=	LED rood 5 mm
D4,D5,D6,D8	=	1N4148
T1,T2,T3,T4,T5	=	BC548
T6	=	TIP140
T7	=	TIP145
IC1	=	78L06
IC2	=	LM324
IC3	=	CD4001
IC4	=	CD4053
IC5	=	CD4020

Diversen:

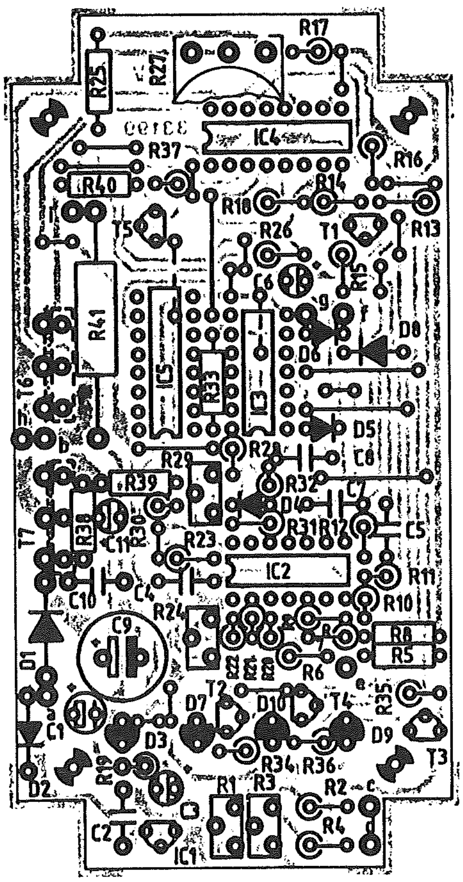
R41	=	0,1Ω 5 W draad
S1	=	tuimelschakelaar 2xOM met middenstand

1 x koelplaat SK88
2 x isoleerset voor TO3P

De bouw van de schakeling
Ondanks dat de schakeling vrij complex is, heeft de in figuur 4/9.4-4 gepubliceerde print minimale afmetingen: 11,5 x 6,0 cm^2. De componentenopstelling is getekend in figuur 4/9.4-5.

Bij de bestukking van de print moet men rekening houden met het feit dat nogal wat weerstanden rechtop gemonteerd moeten worden. De potentiometer R27 wordt tot het laatst bewaard en wordt loodrecht op de print gemonteerd, boven IC4. Nadien kunnen de drie aansluitlipjes met stevige draadeinden met de print verbonden worden.
De twee eindtransistoren T6 en T7 worden op de koperzijde van de print gesoldeerd. De aansluitdraden mogen daarbij niet gekortwiekt worden! De bedoeling is namelijk dat de twee eindtransistoren op de grote koelplaat van het type SK88 worden gemonteerd.
Deze koelplaat wordt op de achterzijde van een kunststof kastje bevestigd. Eerst wordt echter in deze achterzijde een gleuf gemaakt, waar de twee eindtransistoren in passen.

9.4 NiCad-snellader voor mobiel gebruik



Figuur 4/9.4-5: De componentenopstelling van de print.

Nadien wordt de print met kleine afstandsbusjes op de achterzijde vast geschroefd. De twee transistoren steken dan door de gleuf en worden 90 graden gebogen, zodat de huisjes parallel staan aan de achterwand van de kast. Nu wordt de koelplaat, die natuurlijk eerst voorzien is van de noodzakelijke gaatjes, met afstandsbusjes op de achterzijde van de behuizing geschroefd. Tot slot kan men de twee eindtransistoren *geïsoleerd* op de koelplaat monteren. Vanwege de isolatie is het noodzakelijk koelpasta toe te passen. Smeer zowel de isolatieplaatjes als de achterzijde van de transistoren in met een egaal laagje koelpasta en monteer nadien de transistoren op de koelplaat.
De drie standen tuimelschakelaar S1 wordt met draadjes verbonden met de printsoldeerlipjes c, d, e, f en g (zie het algemene schema van figuur 4/9.4-3) en nadien in de frontplaat geschroefd. De aansluitingen naar de auto-accu worden verbonden met de soldeerlipjes a en b, deze naar de NiCad's met de soldeerlipjes h en i.

Afregelen van de schakeling

Het afregelen van de schakeling is mogelijk met behulp van zelfs de meeste eenvoudige universeelmeter. De schakeling wordt verbonden met een gestabiliseerde voeding die is ingesteld op 12 V. De schakelaar S1 wordt in de neutrale middenstand gezet. Met een tweede gestabiliseerde voeding sluit men een spanning van 8,4 V aan op de uitgangen waar in normaal bedrijf de NiCad's op worden aangesloten. De potentiometer R27 wordt volledig open gedraaid (maximale weerstand).
Ter controle van de schakeling meet men de spanning over de weerstand R26. Deze moet tussen 0,4 V en 0,5 V liggen.

De afregeling van de schakeling gaat als volgt.

- Stap 1:
  Instellen van de einde ontlading spanning
  Instelpotentiometer R29 volledig naar links draaien en de spanning op pen 14 van OP2 meten. Deze uitgang moet op ongeveer 0 V staan. De instelpotentiometer nu langzaam in uurwijzerzin verdraaien totdat de meternaald naar +5 V springt. Omdat de schakeling rond OP2 via de weerstand R31 is uitgerust met een kleine hysteresis moet men deze afregeling uitvoeren beginnende

9.4 NiCad-snellader voor mobiel gebruik

met R29 volledig naar links gedraaid! Werkt men andersom, dan krijgt men een volledig foutieve einde ontlading spanning!

- Stap 2:
  Instellen van de frequentie
  De frequentie van de oscillator die een laadtijd van een half uur tot gevolg heeft hangt af van de instelling van de instelpotentiometer R24. Zelfs wie een digitale frequentiemeter ter beschikking heeft zal moeite hebben om de extreem lage frequentie van 4,55 Hz goed in beeld te brengen. In feite kan deze potentiometer alleen goed afgeregeld worden als men de beschikking heeft over een digitale periodemeter. In dat geval moet men de instelpotentiometer R24 afregelen op een periodeduur op de uitgang van OP1 van precies 220 ms.
  Heeft men dat niet, dan moet men de instelpotentiometer in de middenstand zetten en in de praktijk afregelen. Dat gaat als volgt. Nadat het apparaatje volledig is afgeregeld sluit men een set NiCad's aan en start het apparaat op. Op het moment dat de LED LADEN gaat branden start men een chronometer en meet de laadtijd. Is deze kleiner of groter dan een half uur, dan verdraait men de loper van de potentiometer R24 een beetje in de goede richting en herhaalt de procedure. Hoe lager de waarde van de weerstand, hoe hoger de frequentie van de oscillator en hoe kleiner de oplaadtijd.
- Stap 3:
  Instellen van de laadstromen
  De NiCad-klemmen van de print worden verbonden met een stroommeter die in staat is gelijkstromen tot 4 A nauwkeurig te meten. Men zet nu de schakelaar S1 respectievelijk in de standen 2,4 A en 3,6 A en regelt de instelpotentiometers R1 en R3 af tot de meter de ingeschakelde stromen aangeeft. Hiermee wordt meteen de ontlaadstroom afgeregeld, omdat deze ook door de twee potentiometertjes bepaald wordt.

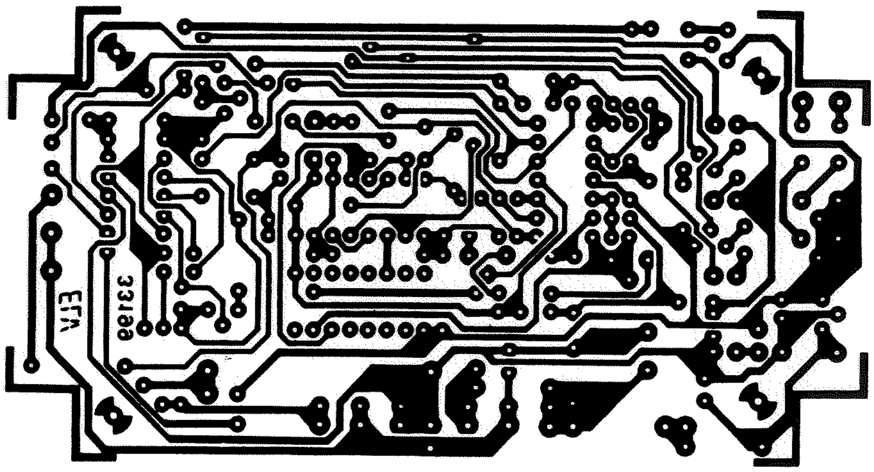
De snellader in de praktijk
Bij het werken met het apparaatje moet men met enige belangrijke punten rekening houden.
De schakeling is weliswaar aan de autoaccu kant beschermd tegen verkeerde aansluiting, maar niet aan de NiCad kant. Men moet dus altijd goed opletten dat men niet per ongeluk de + en de - van het NiCad-pack verkeerd aansluit!
Bij ontladen en laden met 3,6 A wordt het koelprofiel zeer warm. Dat kan geen kwaad voor de schakeling, maar men moet er wel voor zorgen dat de in de eindtransistoren gedissipeerde warmte goed naar de buitenwereld kan afvloeien. Men moet het apparaatje dus steeds zo opstellen dat de lucht vrij rond het koelprofiel kan stromen.
Door het variëren van de weerstanden R2 en R4 kan men andere stromen instellen. Voor een stroom van 1,5 A, goed voor het opladen van NiCad's met een capaciteit van 0,75 Ah, moet men bijvoorbeeld de weerstand vergroten tot 3,3 kΩ.
Als men de maximale stroom reduceert tot 2 A kan men de waarde van de weerstand R41 verhogen tot 0,22 Ω.
Tot slot is het zonder problemen mogelijk de laadtijd op te voeren tot één uur. Het voordeel hiervan is dat de NiCad's minder hard op de proef gesteld worden en hun levensduur toeneemt. De laadstromen moeten dan op de geschreven manier gehalveerd worden door het aanpassen van R2 en R4. De frequentie van de oscil-

lator moet uiteraard ook gehalveerd worden door de waarde van C4 te veranderen in 470 nF.

Bouwpakket informatie
Als extra service aan de nabouwers van deze schakeling kan nog vermeld worden dat deze snellader voor NiCad-accu's in diverse onderdelenzaken leverbaar is als compleet bouwpakket. De samenstelling van dit bouwpakket, inclusief de behuizing, wordt verzorgd door de firma Binell B.V., Postbus 83, 7440 AB Nijverdal. Op het genoemde adres kan men alle nodige informatie krijgen over prijzen en verkoopadressen.

9.4 NiCad-snellader voor mobiel gebruik

9.4 NiCad-snellader voor mobiel gebruik



Figuur 4/9.4-4: De print van de schakeling.

4/9.5

Universeel LED-looplicht voor de scenery

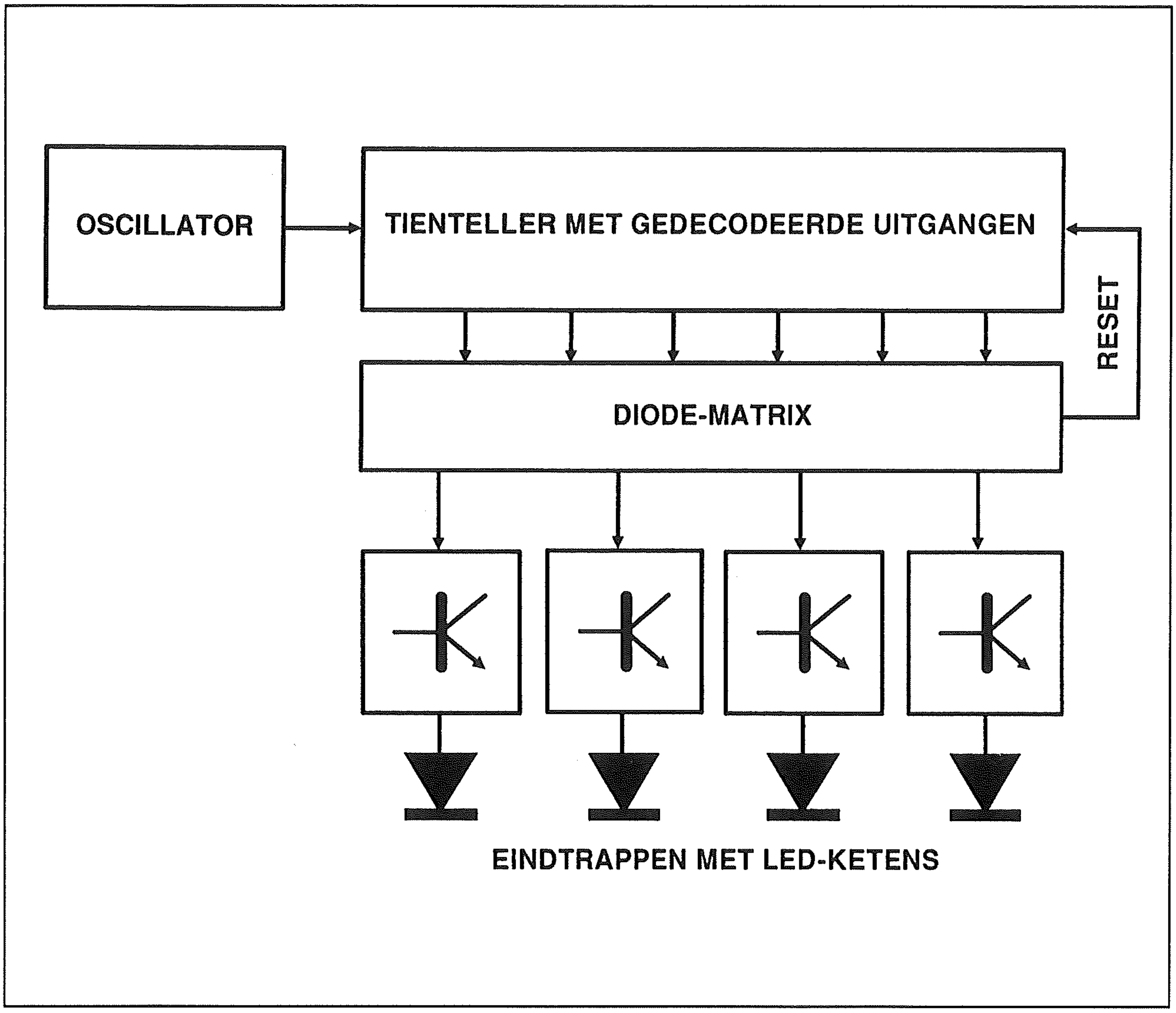
Inleiding
De moderne subminiatuur LED's zijn prima onderdeeltjes voor het verfraaien van modelbouw-sceneries. Deze onderdelen zijn als het ware precies op maat gemaakt voor de HO-schaal. Met 1,5 mm groene, gele en rode LED's kan men de natuurgetrouwheid van de scenery van een modelspoorwegbaan vervolmaken door er bijvoorbeeld lichtreclames op de gevels van huisjes, verkeerslichten, etc mee samen te stellen.
Bij dergelijke uitbreidingen horen uiteraard elektronische stuurschakelingen. Het in dit hoofdstuk beschreven universeel looplicht is speciaal ontwikkeld voor het besturen van dergelijke miniatuur LED-opsmuk.

Het blokschema
Het blokschema van de schakeling is getekend in figuur 4/9.5-1. Hart van de schakeling is een tienteller met gedecodeerde uitgangen.
Deze wordt gestuurd door een oscillator met instelbare frequentie.

De tien uitgangen van de tienteller gaan naar een soort van diode-matrix. Hier worden de verbindingen gelegd met de vier uitgangstrappen. Iedere uitgangstrap is in staat een groot aantal LED's te besturen. De diode-matrix zorgt er voor dat het looplicht-effect ontstaat. In de meest eenvoudige uitvoering zal de matrix de vier eindtrappen een na een in geleiding sturen. Dat is dus de meest bekende uitvoering van een looplicht. Door echter enige draadbruggetjes te vervangen door dioden ontstaat een heen en weer gaande beweging over de vier eindtrappen. Een ideale situatie voor het besturen van lichtreclames! Daarnaast kan de schakeling met twee extra eindtrappen worden uitgebreid, die niet bestuurd worden door de diodematrix, maar rechtstreeks door de cascade-uitgang van de tienteller. Omdat zowel de vier normale eindtrappen als deze twee extra wel allemaal de tienteller als basis hebben, zijn deze uitgangen natuurlijk wel onderling gesynchroniseerd. Ook de lichteffecten zijn dus gesynchroniseerd, hetgeen het aantal creatieve mogelijkheden van de schakeling nog verder uitbreidt.

De tienteller
Hart van de schakeling is, zoals reeds beschreven, de tienteller.
Dat is geen normale tienteller met vier BCD-uitgangen, maar een speciale met tien gedecodeerde uitgangen en een overloop CARRY OUT. Omdat het voor het instellen van de schakeling belangrijk is dat de werking van het gebruikte IC CD4017B bekend is, wordt deze aan de hand van het interne blokschema van figuur 4/9.5-2 verduidelijkt.

9.5 Universeel LED-looplicht voor de scenery



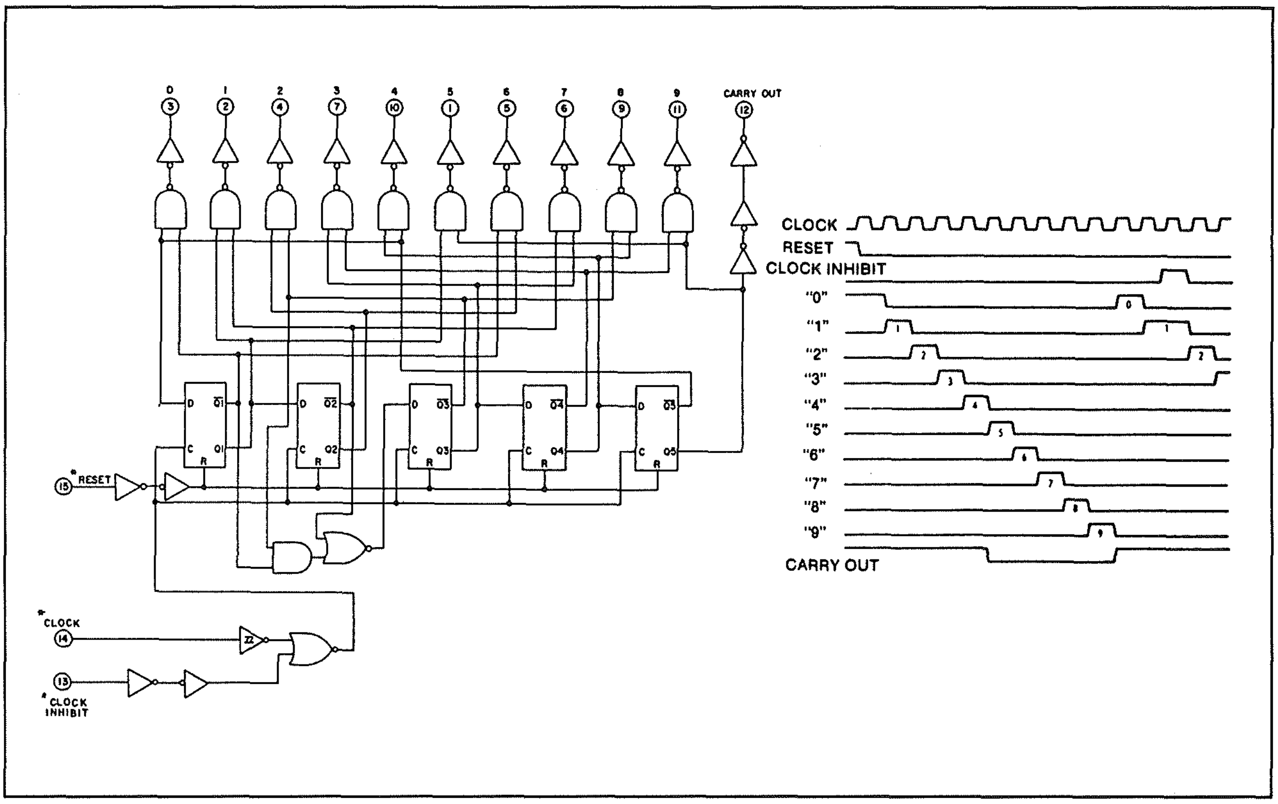
Figuur 4/9.5-1: Het blokschema van het universeel looplicht.

De schakeling reageert op de positieve flank van het CLOCK-signaal. Een van de tien gedecodeerde uitgangen wordt dan actief en levert een "H" af. De overige uitgangen zijn "L". Als een volledige telcyclus wordt doorlopen, worden alle uitgangen dus een na een "H".
De CARRY OUT is "H" tot bij de vijfde telpuls.
Bij deze puls gaat deze uitgang naar "L" en blijft in deze toestand tot op het moment dat de teller aan de volgende cyclus begint. De "H"-flank die dan op de CARRY OUT verschijnt, kan gebruikt worden om een tweede teller te sturen. Maar in deze toepassing wordt deze uitgang gebruikt om de twee extra uitgangstrappen aan te sturen.
De RESET van de teller reageert op een "H". Dan gaat de teller terug naar zijn uitgangspositie, waarbij uitgang "0" "H" is en alle overige "L".

Het praktische schema

Het volledige schema van het looplicht is getekend in figuur 4/9.5-3.

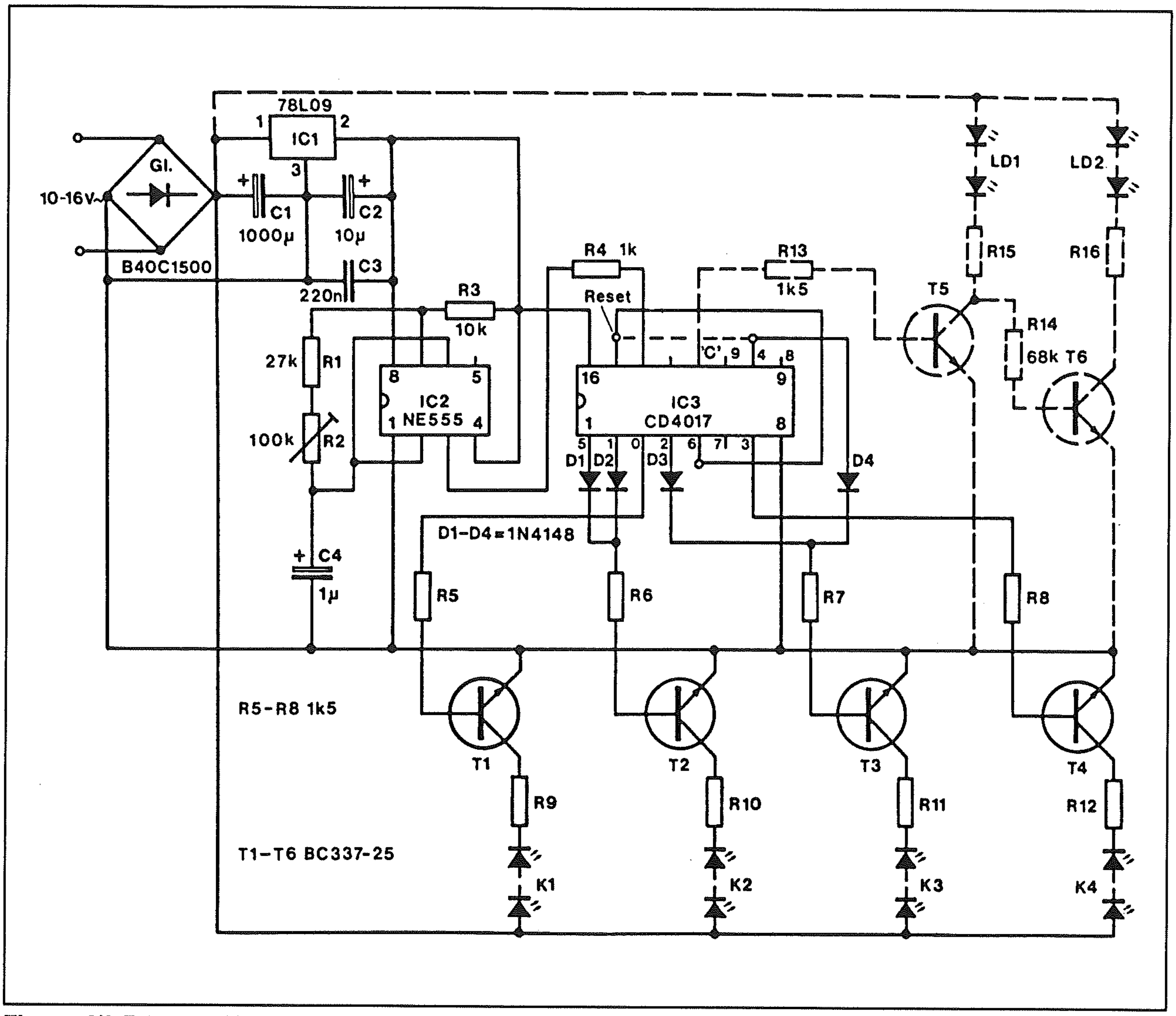
9.5 Universeel LED-looplicht voor de scenery



Figuur 4/9.5-2: Het interne blokschema en de timing van de tienteller CD4017B.

De schakeling wordt gevoed uit een wisselspanning van 10 á 16 V. Deze spanning wordt met de brug Gl gelijkgericht en afgevlakt met de condensator C1. De afgevlakte spanning wordt gebruikt voor het voeden van de eindtrappen. Uit deze spanning wordt door de stabilisator IC1 een gestabiliseerde spanning van 9 V afgeleid. Deze wordt gebruikt voor het voeden van de twee geïntegreerde schakelingen.
De oscillator is op de bekende manier opgebouwd rond de universele timer 555. De frequentie van de schakeling is afhankelijk van de onderdelen R1, R2 en C4 en kan eventueel worden aangepast door de waarde van de condensator te vergroten of te verkleinen. De uitgang van de 555 op pen 3 stuurt via de weerstand R4 de CLOCK-ingang van de tienteller.
De eindtrappen bestaan uit eenvoudige elektronische schakelaars T1 tot en met T4. Deze transistoren gaan geleiden als hun basissen via de basisweerstanden met "H" verbonden worden.
De uitgang "0" van de tienteller (pen 3) stuurt de eerste eindtrap T1 rechtstreeks via de basisweerstand R5 aan. De tweede eindtrap wordt gestuurd uit twee uitgangen, namelijk "1" en "5". Om beide uitgangen van elkaar te scheiden moeten uiteraard scheidingsdioden worden tussen geschakeld, D1 en D2. De derde eindtrap wordt op dezelfde manier gestuurd uit de twee uitgangen "2" en "4" via de dioden D3 en D4. De laatste eindtrap wordt weer rechtstreeks gestuurd uit de uitgang "3".
Samengevat worden de vier uitgangstrappen als volgt gestuurd:
- uitgang T1: "0";
- uitgang T2: "1" of "5";
- uitgang T3: "2" of "4";
- uitgang T4: "3".

9.5 Universeel LED-looplicht voor de scenery



Figuur 4/9.5-3: Het volledig schema van het looplicht.

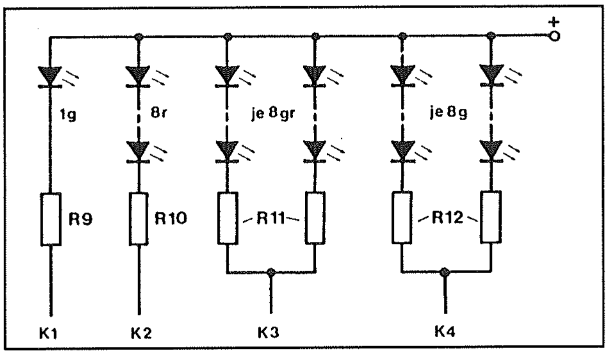
Dank zijn de dioden D1 tot en met D4 kan men dus een heen-en-weer gaande lichtbeweging genereren, waarbij de uitgangen eerst worden gestuurd van T1 naar T4 en dan weer terug van T3 naar T1.
De reset van de tienteller wordt onder normale omstandigheden gestuurd uit uitgang "6", maar kan eventueel ook via uitgang "4" de noodzakelijke reset-puls ontvangen.

Een en ander is uiteraard afhankelijk van het effect dat men wil realiseren! De extra twee eindtrappen rond T5 en T6 werken op dezelfde manier als hun vier soortgenoten. T5 ontvangt zijn basissturing via de weerstand R13 uit de CARRY OUT uitgang van de teller. De sturing voor T6 wordt verzorgd door de collector van T5. Als T5 dus in geleiding wordt gestuurd zal T6 gaan sperren en vice versa.

9.5 Universeel LED-looplicht voor de scenery

De LED-sturing

Als eindtransistoren worden BC337-ers gebruikt. Deze transistoren kunnen maximaal 600 mA schakelen. De transistoren worden gevoed met een spanning tussen 20 en 23 V. Men heeft dus heel wat vermogen ter beschikking om LED-structuren samen te stellen.
De meest voor de hand liggende methode is serie-kringen op te bouwen, zoals getekend in figuur 4/9.5-4.



Figuur 4/9.5-4: De meest eenvoudige manier voor het sturen van de LED's.

De waarde van de voorschakelweerstanden is afhankelijk van de stroom die men door de LED's wil sturen en van het aantal in serie geschakelde LED's. In de meeste gevallen zal het waarschijnlijk de bedoeling zijn dat de LED's even fel oplichten. Het volstaat dan niet de stromen door de verschillende LED-ketens even groot te maken. De gevoeligheid van LED's hangt namelijk af van de kleur:
- rode LED's: 1,6 mA per lichteenheid;
- groene LED's: 2 mA per lichteenheid;
- gele LED's: 3 mA per lichteenheid.

Door een rode LED moet men dus ongeveer twee keer zoveel stroom sturen als door een gele LED om dezelfde lichtopbrengst te verkrijgen.

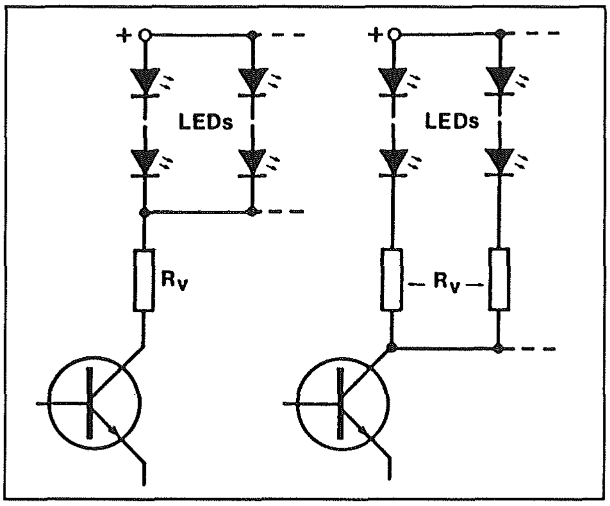
Voor het berekenen van de voorschakelweerstanden heeft men niet alleen de LED-stroom nodig, maar ook de waarde van de brandspanning van de LED's. Ook deze grootheid is afhankelijk van de kleur:
- rode LED's: 1,6 V voor 20 mA;
- groene LED's: 2,2 V voor 20 mA;
- gele LED's: 3,1 V voor 20 mA.

Aan de hand van deze gegevens kan men de voorschakelweerstanden berekenen.
Een voorbeeld.
Stel dat men tien rode LED's in serie wil schakelen met een LED-stroom van 20 mA.
De voedingsspanning van de eindtrappen bedraagt 23 V.
De waarde van de voorschakelweerstand R_V kan dan berekend worden met de formule:
$R_V=(U_B-U_F)/I_F$
met:
- U_B: beschikbare voedingsspanning;
- U_F: totale spanningsval over de LED's;
- I_F: stroom door de LED's.

In het voorbeeld bedraagt U_F 16 V (10 x 1,6 V). Het spanningsverschil over de weerstand is dus 23 V - 16 V = 7 V.
De waarde van de weerstand wordt dan 7 V / 20 mA = 350 Ω.
Bij het samenstellen van de LED-ketens mag men nooit LED's parallel schakelen! Het in figuur 4/9.5-5 getekend slechte voorbeeld spaart dan wel een voorschakelweerstand uit, maar zal in de meeste gevallen niet goed werken.

Op de brandspanning van LED's zit namelijk nogal wat spreiding. Het zal zelden voorkomen dat twee LED-ketens dezelfde U_F hebben.
De transistorstroom deelt zich dan niet mooi in twee even grote deelstromen, waardoor de ene LED-keten veel meer stroom krijgt dan de tweede.

9.5 Universeel LED-looplicht voor de scenery



Figuur 4/9.5-5: LED's mag men nooit parallel schakelen zonder voorschakelweerstand (links)! Hoe het wél moet toont het rechter schema.

Onderdelenlijst

Weerstanden, 1/4 W, 5 %:

R1	=	27 kΩ
R3	=	10 kΩ
R4	=	1 kΩ
R5,R6,R7,R8	=	1,5 kΩ
R9,R10,R11,R12	=	zie tekst
R13	=	1,5 kΩ
R14	=	68 kΩ
R15,R16	=	zie tekst

Instelpotentiometer, staand, 10x5 mm:

R2	=	100 kΩ

Condensatoren:

C1	=	1000 µF	25 V elco
C2	=	10 µF	16 V elco
C3	=	220 nF	MKH
C4	=	1 µF	16 V tant.

Halfgeleiders:

D1,D2,D3,D4	=	1N4148
Gl	=	B40C1500
T1 t.e.m. T6	=	BC337-25
IC1	=	78L09
IC2	=	555
IC3	=	CD4017B

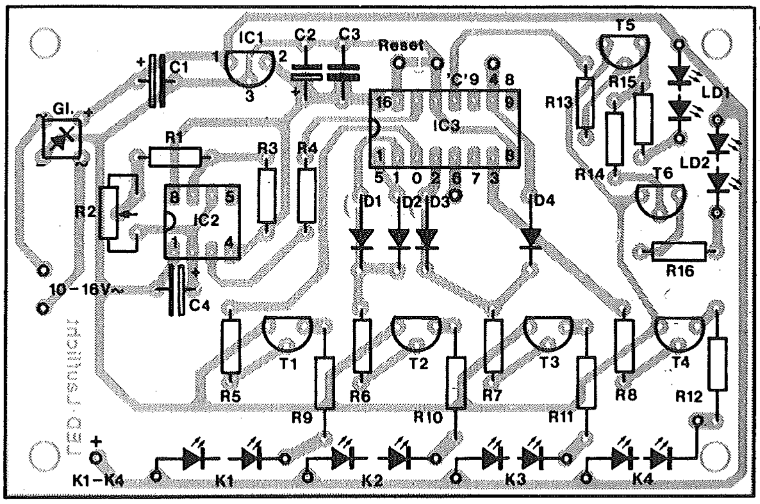
De bouw van de schakeling
De print van de schakeling is getekend in figuur 4/9.5-6, de componentenopstelling in figuur 4/9.5-7.

Op de print zijn drie soldeerbruggetjes aanwezig. Met twee daarvan, onder D1 en D3, kan men de eindtrappen T2 en D3 rechtstreeks doorverbinden met de telleruitgangen “1” en “2”. Dat is noodzakelijk als men kiest voor de eenvoudigste optie. Met de derde soldeerbrug kan men de RESET van de tienteller doorverbinden met de massa, zodat er geen gedwongen reset zal optreden.

Toepassing 1:
eenvoudig looplicht
Als men voor de meest eenvoudige optie kiest, waarbij de vier uitgangstrappen een na een worden gestuurd, is het niet noodzakelijk de vier dioden D1 tot en met D4 in de schakeling op te nemen. Wél moet men dan de twee genoemde soldeerbruggetjes onder de dioden aanbrengen. De vier LED-ketens worden dan gestuurd uit de telleruitgangen “0” tot en met “3” en zullen een na een oplichten. Bij deze toepassing moet de RESET van de teller doorverbonden worden met uitgang “4”. Er moet dan op de print een draadbrug aangebracht worden tussen de pennen 10 en 15 van de tienteller. Op de print zijn daarvoor gaatjes aanwezig.

Toepassing 2:
heen-en-weer gaand looplicht
Bij deze toepassing moeten de vier dioden D1 tot en met D4 wél op de print worden aangebracht.

9.5 Universeel LED-looplicht voor de scenery



Figuur 4/9.5-7: De componentenopstelling van de print.

De twee soldeerbruggen onder de dioden mogen natuurlijk niet dicht worden gesoldeerd. De reset van de tienteller (pen 15) wordt nu doorverbonden met teluitgang "6" (pen 5). Ook daarvoor is een printgaatje aanwezig. De vier LED-ketens gaan nu eerst van links naar rechts en dan van rechts naar links oplichten.

Toepassing 3:
looplicht met pause
Beide beschreven toepassingen kunnen nog uitgebreid worden door het inlassen van een pause na afloop van een cyclus. Het volstaat daarvoor de RESET van de teller te verbinden met de massa. Dat kan door de soldeerbrug bij de RESET dicht te solderen. De teller wordt nu niet gedwongen gereset, maar zal de volledige telcyclus doorlopen. Omdat de vier LED-ketens alleen maar door de uitgangen "0" tot en met "3" of "0" tot en met "5" worden gestuurd zal er een pause van 6 respectievelijk 4 klokpulsen optreden, waarin alle LED's gedoofd zijn.

Toepassing 4:
knipperlicht
De print kan ook als knipperlicht ingezet worden door de vier uitgangstrappen rond T1 tot en met T4 niet op de print aan te brengen, maar wel de uitgangen rond de transistoren T5 en T6. De twee LED-ketens LD1 en LD2 gaan dan als knipperlicht werken, een bruikbare toepassing dus voor het sturen van spoorwegovergangen.

Toepassing 5:
lichtroset
Als laatste toepassing van deze schakeling wordt een oplichtend roset beschreven, samengesteld uit 41 LED's.
Omdat het niet meevalt dergelijke ingewikkelde constructies als spinneweb te bouwen is hiervoor een printje ontwikkeld.
Dit is getekend in figuur 4/9.5-8.
Het printje bevat drie LED-cirkels, met als middelpunt één losse LED (K1). Dat zou bijvoorbeeld een gele kunnen zijn. De

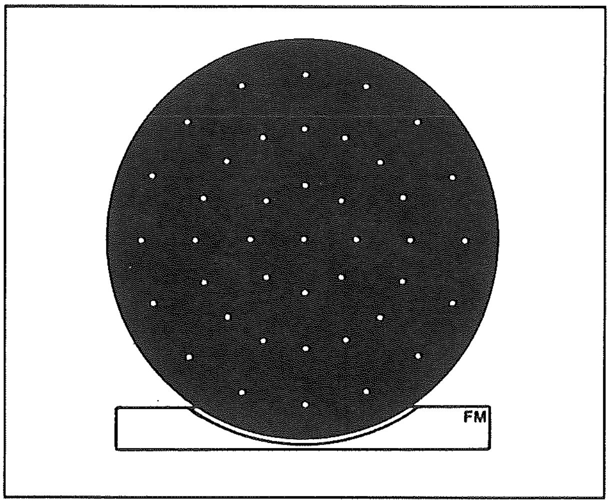
9.5 Universeel LED-looplicht voor de scenery

middelste cirkel K2 is samengesteld uit acht rode LED's. De volgende cirkel K3 bevat zestien groene LED's. De buitenste cirkel K4 zou kunnen bestaan uit zestien gele LED's. Omdat het met de beschikbare voedingsspanning niet mogelijk is 16 in serie geschakelde LED's aan te sturen zijn de ketens K3 en K4 in tweeën gesplitst. Deze ketens zijn dus opgebouwd uit 2 x 8 LED's.

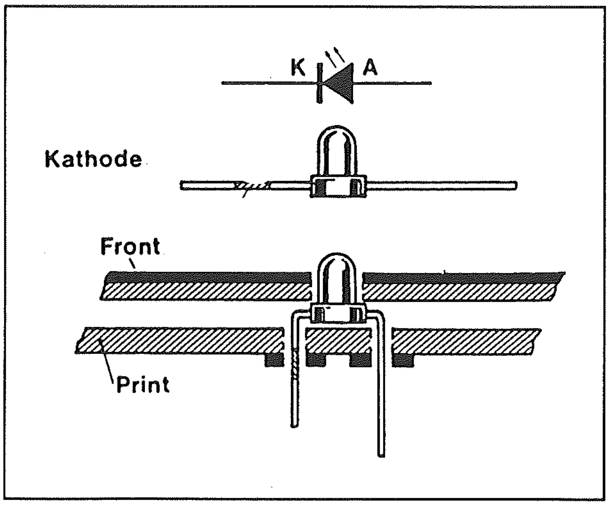
De noodzakelijke voorschakelweerstanden zijn:

- K1: 1,2 kΩ
- K2: 390 Ω
- K3: 2 x 390 Ω
- K4: 2 x 390 Ω

Om zijdelings uitstralen van de LED's te voorkomen wordt geadviseerd het printje te voorzien van het frontplaatje, getekend in figuur 4/9.5-9. Het printje is bedoeld voor mini-LED's met axiale aansluitingen. Hoe deze in de print gesoldeerd worden is getekend in figuur 4/9.5-10. Het frontplaatje wordt voorzien van kleine gaatjes, waardoor de LED's naar buiten steken. Een en ander volgt ook uit figuur 4/9.5-10.

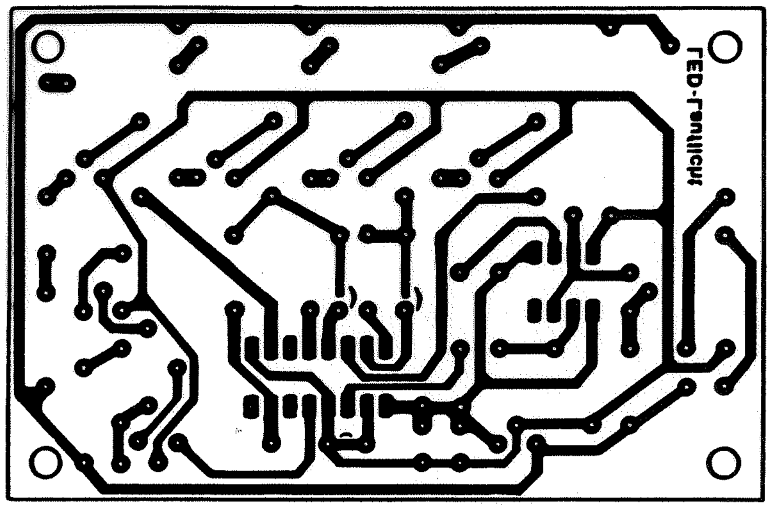


Figuur 4/9.5-9: Het frontplaatje voor de lichtroset.

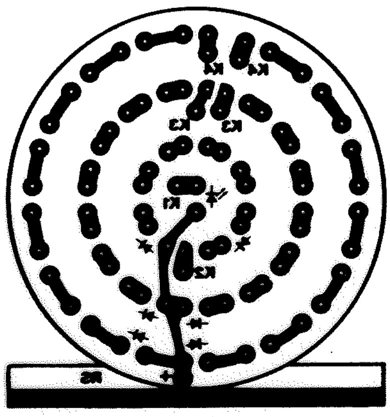


Figuur 4/9.5-10: De montage van de mini-LED's tussen de print en het frontplaatje.

9.5 Universeel LED-looplicht voor de scenery



Figuur 4/9.5-6: De print voor de schakeling.



Figuur 4/9.5-8: De print voor de lichtroset.

4/9.6

Elektronisch alarm voor spoorwegovergangen

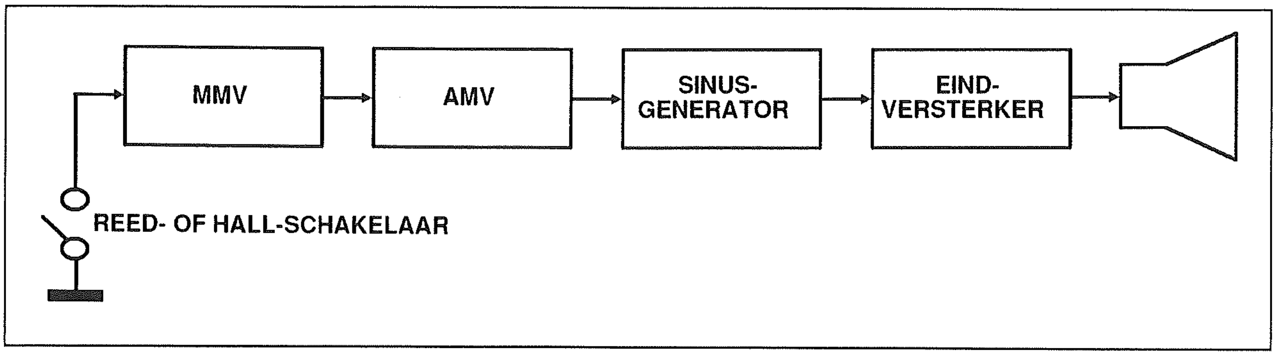
Inleiding

Het elektronisch nabootsen van het intermitterend belsignaal van een echte spoorwegovergang is niet zo eenvoudig. De beste benadering is gebruik te maken van een sinusoscillator, die exponentieel gestuurd wordt uit een impulsgenerator. Het tweede probleem dat opgelost moet worden is hoe de schakeling getriggerd wordt. In deze schakeling wordt dat magnetisch gedaan. Alle loc's moeten voorzien worden van een klein maar krachtig permanent staafmagneetje.
Dit moet op de meest geschikte plaats ergens op de bodem van de loc worden vast gelijmd. Langs het spoor wordt een reedschakelaartje geplaatst en wel zo dat het permanente magneetje van de loc de schakelaar even doet sluiten. Een en ander zal natuurlijk experimenteel uitgeprobeerd moeten worden, maar voor een overtuigde modelbaan hobbyist is zoiets natuurlijk een uitdaging. Een tweede optie is gebruikt te maken van een zogenoemde "hall-schakelaar". Dat is een speciaal IC dat gevoelig is voor magnetische velden en een spanning aflevert als het IC in het magnetisch veld van de loc komt.
De beschreven schakeling kan zowel met reed-schakelaars als met een hall-schakelaar getriggerd worden.
De schakeling heeft vier instelpotentiometers, waarmee men alle karakteristieken van het geluid kan instellen.

Het blokschema

Het blokschema van de schakeling is getekend in figuur 4/9.6-1.
De hall- of reed-schakelaar triggert een monostabiele multivibrator MMV. Deze schakeling wekt een puls op met een instelbare breedte. Deze puls triggert op zijn beurt een astabiele multivibrator AMV, die gedurende een instelbare tijd pulsen genereert, waarvan de breedte instelbaar is. Deze pulsen triggeren een toongenerator, opgebouwd als triggerbare sinusoscillator. Deze schakeling heeft een speciale structuur. De pulsen van de AMV triggeren het sinusproces, maar de sinussen sterven nadien op een vrij natuurlijke manier uit. Hierdoor ontstaat een tamelijk natuurgetrouw geluid van een bel. Nadien volgt een kleine geïntegreerde eindversterker die een luidspreker met een impedantie van 8 Ω stuurt.
De MMV en de AMV zijn opgebouwd rond twee timers van het type 555 en geïntegreerd in een dubbel-IC van het type 556. De sinusoscillator vergt twee operationele versterkers. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een dubbele op-amp van het type MC 1458. De volledige elektronica kan ondergebracht worden op een printje, dat in een centrale behuizing kan worden ondergebracht. De print wordt dan via vier (of vijf) draadjes verbonden met het reed-contact (of hall-schakelaar) en met de luidspreker.

9.6 Elektronisch alarm voor spoorwegovergangen



Figuur 4/9.6-1: Het blokschema van de schakeling.

Deze onderdelen moeten natuurlijk ergens op de baan worden ondergebracht. De schakeling kan gevoed worden uit een wisselspanning tussen 10 en 16 V.

Het praktisch schema

Het praktisch schema van de schakeling is getekend in figuur 4/9.6-2.

De reed-schakelaar RK of de hall-schakelaar HS triggert de eerste 555 in IC2. De triggerpuls wordt gedifferentieerd door het netwerkje R1 en C1. De differentiator zorgt ervoor dat de schakeling eenmalig getriggerd wordt als de loc met zijn magneetje langs de magnetische schakelaar rijdt. Blijft de loc toevallig stil staan op het baansegment waar de magnetische schakelaar is gemonteerd, dan zal de schakeling niet herhaaldelijk getriggerd worden. Bij het triggeren wordt de condensator C2, die opgeladen was tot de voedingsspanning, snel ontladen. De smalle negatieve puls die daarvan het gevolg is, dringt via de condensator C1 door tot de triggeringang van de 555. Als HS of RK opent, laadt de condensator C2 via de weerstand R1 weer op tot de voedingsspanning en is de schakeling klaar voor de volgende actie.

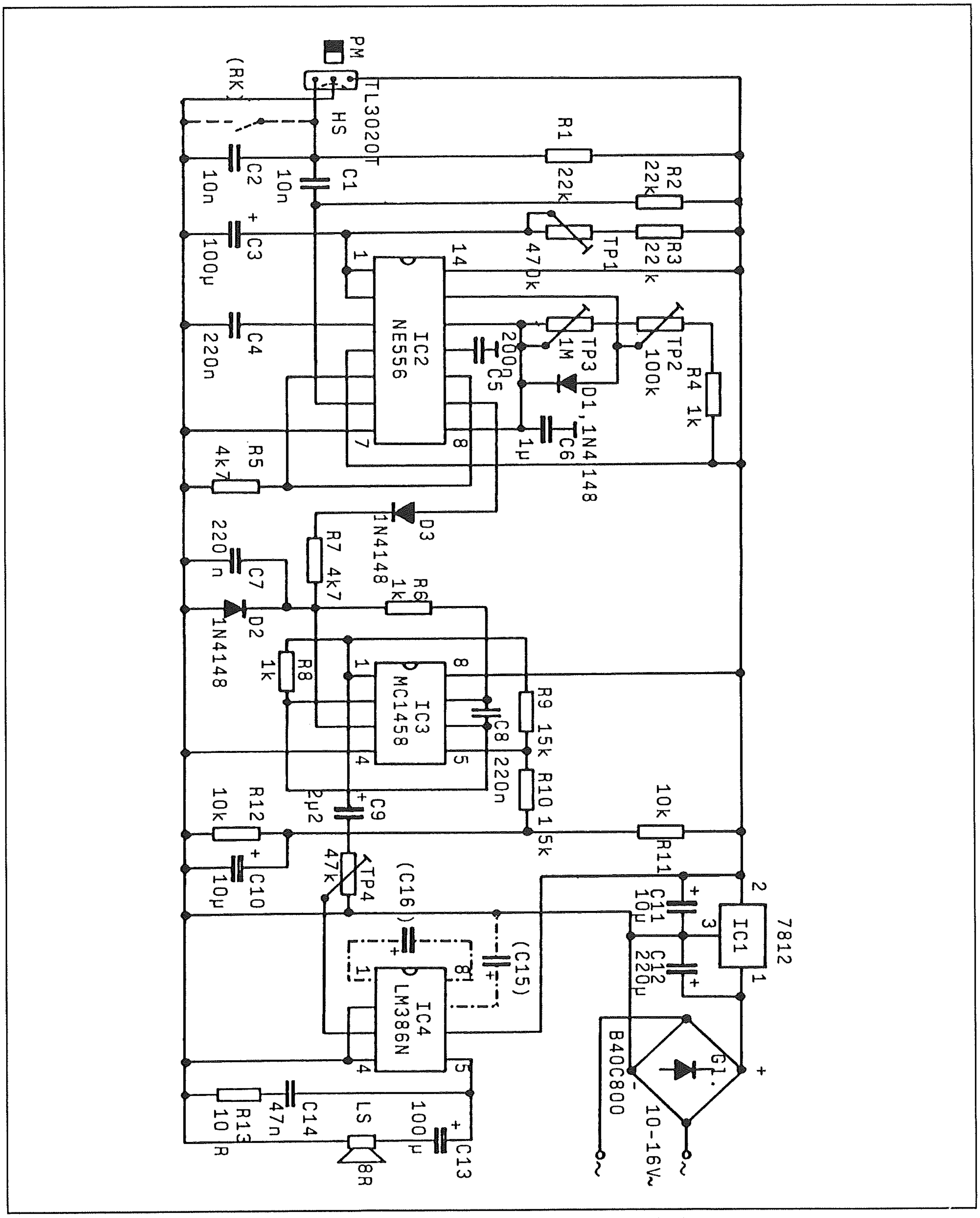
De uitgangspuls van de MMV verschijnt op pen 5 en is positief. De pulsduur is afhankelijk van de waarden van de onderdelen C3, TP1 en R3 en is met de geselecteerde componenten instelbaar tussen 3 en 55 seconde.

De tweede 555 is geschakeld als astabiele multivibrator. De schakeling wordt getriggerd door de uitgangspuls van de MMV en wel via pen 10. Deze ingang wordt via de weerstand R5 met de massa verbonden, waardoor in rust de schakeling niet actief kan zijn. De positieve uitgangspuls van de MMV zorgt er echter voor dat de AMV aan de praat komt. De frequentie van de pulsen is instelbaar met TP3, met TP2 kan de breedte van de pulsen worden ingesteld. De smalle positieve uitgangspulsjes staan ter beschikking op pen 9.

Deze pulsen worden via de scheidingsdiode D3 en de weerstand R7 aangeboden aan de niet-inverterende ingang van de eerste op-amp uit IC3. Het gevolg is dat de sinusoscillator start en op pen 1 een uitgangssignaal ontstaat.

De eerste puls van de AMV laadt de condensator C7 op. Nadat de puls verdwenen is zal deze condensator langzaam ontladen. Het gevolg is dat de sinussen van de oscillator langzaam uitsterven. De weerstanden R11 en R12 genereren een instelspanning voor de op-amp's die gelijk is aan de helft van de voedingsspanning. Deze spanning wordt ontkoppeld met de condensator C10.

9.6 Elektronisch alarm voor spoorwegovergangen



Figuur 4/9.6-2: Het volledig uitgewerkt praktisch schema van de schakeling.

9.6 Elektronisch alarm voor spoorwegovergangen

Het uitgangssignaal van de oscillator wordt via de condensator C9 en de instelpotentiometer TP4 aan de ingang van het eindversterkertje aangeboden. Met PT4 kan men het volume van het geluid instellen. De versterkingsfactor van de eindversterker is instelbaar door het al dan niet aanbrengen van de condensator C16. Zonder dit onderdeel bedraagt de versterkingsfactor ongeveer 20, mét condensator ongeveer 200.
In het laatste geval kan de condensator C15 vervallen.
De voeding is klassiek van opbouw. De wisselspanning wordt gelijkgericht met een bruggetje, afgevlakt met de condensator C12 en gestabiliseerd op +12 V met IC1.

Onderdelenlijst

Weerstanden, 1/4 W, 5 %:

R1,R2,R3	=	22	kΩ
R4,R6,R8	=	1	kΩ
R5,R7	=	4,7	kΩ
R9,R10	=	15	kΩ
R11,R12	=	10	kΩ
R13	=	10	Ω

Instelpotentiometers, staand:

TP1	=	470	kΩ
TP2	=	100	kΩ
TP3	=	1	MΩ
TP4	=	47	kΩ

Condensatoren:

C1,C2	=	10	nF	MKH
C3	=	100	µF	16 V elco
C4	=	220	nF	MKH
C5	=	200	nF	MKH
C6	=	1	µF	16 V elco
C7,C8	=	220	nF	MKH
C9	=	2,2	µF	16 V elco
C10,C11	=	10	µF	16 V elco
C12	=	220	µF	35 V elco
C13	=	100	µF	25 V elco
C14	=	47	nF	MKH
C15,C16	=	10	µF	16 V elco

Halfgeleiders:

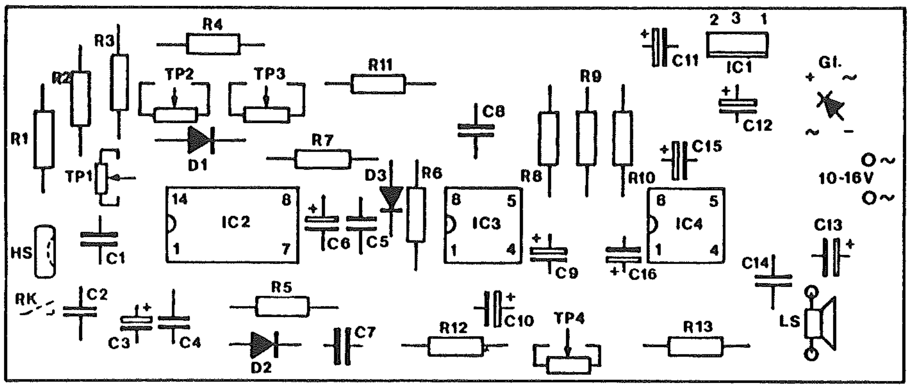
D1,D2,D3	=	1N4148
G1	=	B40C800
IC1	=	7812
IC2	=	NE556
IC3	=	MC1458P
IC4	=	LM386N-1
HS	=	TL3020T

Diversen:
1 x 14-pens IC-voetje
2 x 8-pens IC-voetje
1 x reed-schakelaar
1 x 8 Ω luidsprekertje

De bouw van de schakeling
De volledige schakeling kan ondergebracht worden op de print van figuur 4/9.6-3.
De componentenopstelling is getekend in figuur 4/9.6-4.

Als men met een reed-schakelaar werkt, kan deze door middel van een afgeschermd draadje van onbeperkte lengte verbonden worden met de print. Bij gebruik van de TL 3020T kan men een onafgeschermd drie-aderig kabeltje van maximaal 50 cm toepassen. Voor langere afstanden moet men ook hier afgeschermd werken. Een zeer krachtig magneetje wordt geleverd door Philips onder bestelcode 4312.021.28180. Dit heeft een diameter van slechts 5 mm, zodat wel steeds ergens in de loc een plaatsje te vinden is. De TL 3020T moet zo langs het spoor gemonteerd worden dat de opdruk op de behuizing wijst naar de zuidpool van het magneetje.

9.6 Elektronisch alarm voor spoorwegovergangen



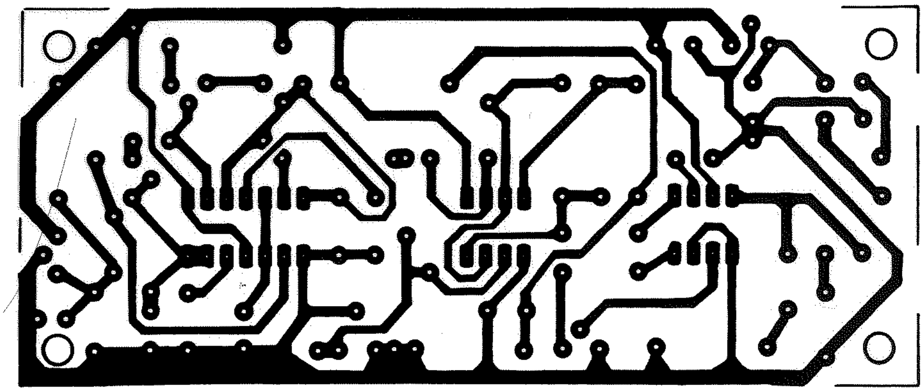
Figuur 4/9.6-4: De componentenopstelling voor de print.

Dit kan een probleem zijn als men tweerichting verkeer toelaat. Er zit dan niets anders op dan in iedere loc twee magneetjes te monteren, zodat er steeds een zuidpool langs de hall-schakelaar beweegt. Deze magneetjes moeten dan wel op een behoorlijke afstand van elkaar gemonteerd worden, omdat de magnetische velden zich andere tot één veld kunnen verenigen en er van een extern veld dan nauwelijks sprake is.

Nadat de print volledig bestukt is, moet men de voeding, de luidspreker en de reed- of hall-schakelaar aansluiten. Men kan nu de schakeling testen door even een magneetje in de buurt van de schakelaar te houden. Op deze manier kan men ook de meest gevoelige onderlinge positie tussen schakelaar en magneet vaststellen, zodat men daar niet "in het veld" mee moet knoeien.

9.6 Elektronisch alarm voor spoorwegovergangen

9.6 Elektronisch alarm voor spoorwegovergangen



Figuur 4/9.6-3: De print van de schakeling.

Een ontwerp van het CTC Conrad Technologie Centrum

4/9.7

Generator voor geluids-effecten

Inleiding

Modelbouw wordt pas écht leuk als er, nadat het model klaar is, allerlei extra grapjes worden ingebouwd of aangebracht.

De moderne elektronica biedt tal van mogelijkheden om alle denkbare wensen op dit gebied te vervullen! Zo kan het heel leuk zijn om in een model een of andere geluidsgenerator in te bouwen. Wie een model bouwt van een politie-auto kan op deze manier het realiteitsgehalte van het model vergroten. Geluidsgeneratoren zijn er zat. Alleen, de meeste chip's worden niet in de losse verkoop gebracht, maar in enorme partijen verkocht aan fabrikanten van bijvoorbeeld "sprekende" of "zingende" wenskaarten, etc.

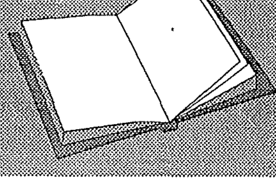
Dank zij het "Conrad Technologie Centrum" kan de modelbouwer toch aan zijn of haar trekken komen. Rond een IC van Holtec, een firma die gespecialiseerd is in het ontwerpen van geluidseffect-chip's, is een eenvoudige schakeling ontworpen, die acht verschillende geluidseffecten kan genereren.

De geluidseffecten

Het toegepaste IC van Holtec genereert acht verschillende geluiden. Hoewel het natuurlijk moeilijk is geluiden exact te omschrijven zal hier toch een poging worden gewaagd:

- Geluid 1, vuurpijl:
  Dit geluid begint met een geknisper (opbranden van de lont?) dat overgaat in het typische geluid van het afschieten van een vuurpijl. Dit geluid sterft langzaam uit.
- Geluid 2, "Sky Scraper":
  Een moeilijk te omschrijven geluidseffect, waarvan het nut twijfelachtig is.
- Geluid 3, sirene:
  Het typische geluid van Amerikaanse brandweerwagens.
- Geluid 4, ambulance:
  Een sirene-achtig geluid, dat heen en weer sweept tussen een lage en een hoge frequentie.
- Geluid 5, "Melancholy";
  Een opeenvolging van vier tonen, waarvan de eerste een vrij hoge frequentie heeft en die gevolgd wordt door drie veel lagere tonen.

LEES OOK:
Hoofdstuk 3/99.4
Hoofdstuk 4/2.4

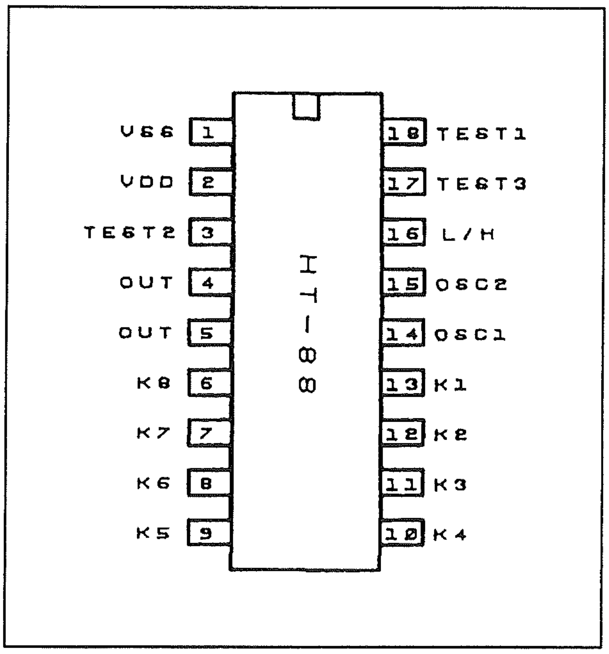


9.7 Generator voor geluidseffecten

- Geluid 6, "Dudelu":
  Een snelle opeenvolging van tonen, van hoog tot laag en eindigend in een soort ruis.
- Geluid 7, stoomloc:
  Een vrij goede nabootsing van het geluid van een stoomlocomotief.
- Geluid 8, alarm:
  Het typische geluid van een alarmsirene.

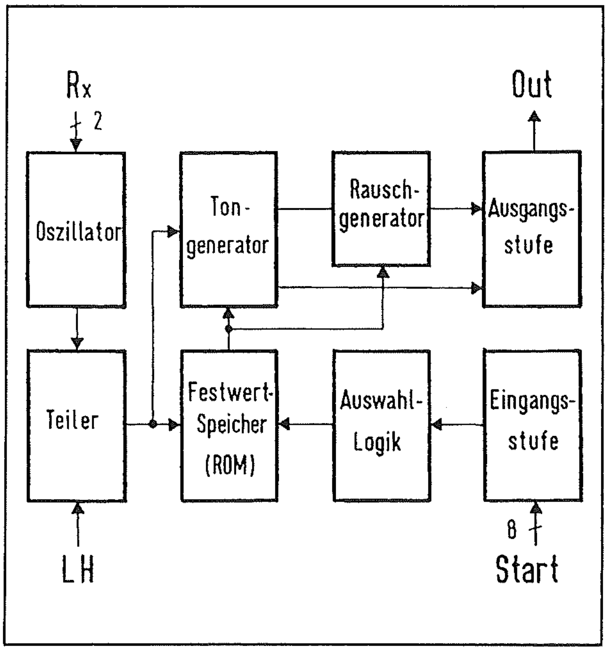
De HT88 of HT2880 van Holtec

Het IC dat verantwoordelijk is voor dit geluidsgeweld is de HT88 of de HT2880 van Holtec. Zij vormen het hart van de in dit hoofdstuk beschreven schakeling. De IC's zijn in een DIL-18 behuizing ondergebracht, waarvan de aansluitgegevens zijn samengevat in figuur 4/9.7-1.



Figuur 4/9.7-1: De aansluitgegevens van de Holtec IC's.

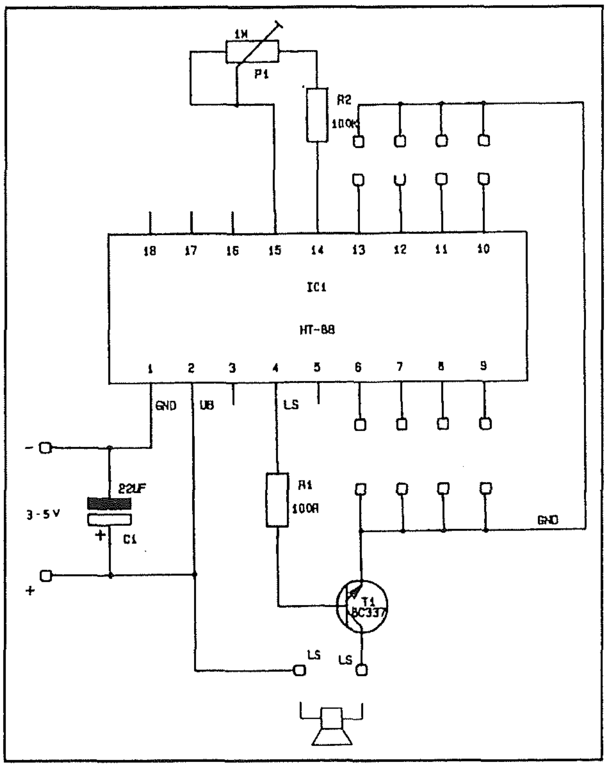
Het intern blokschema is gegeven in figuur 4/9.7-2. Hart van de schakeling is een oscillator. De frequentie van dit blok kan met een externe weerstand tussen de pennen 14 en 15 ingesteld worden tussen ongeveer 25 kHz en 250 kHz. Op pen 15 ontstaat een mooie blokspanning. De instelling van deze frequentie bepaalt in hoge mate het uiteindelijke geluidseffect. Vandaar dat het is aan te bevelen tussen deze pennen een instelpotentiometer op te nemen, zodat men kan experimenteren met de schakeling.



Figuur 4/9.7-2: Het blokschema van de IC's.

De uitgang van de generator gaat naar een interne frequentiedeler, die de frequentie van de oscillator verlaagt. Deze delertrap heeft bovendien een besturingsfunctie. Via de ingang LH (Level Hold) kan men de manier waarop de geluidseffecten worden afgespeeld beïnvloeden. Ligt deze ingang aan de massa, dan zal het geluidseffect alleen gegenereerd worden als de betreffende besturings-ingang aan de massa ligt.

9.7 Generator voor geluidseffecten



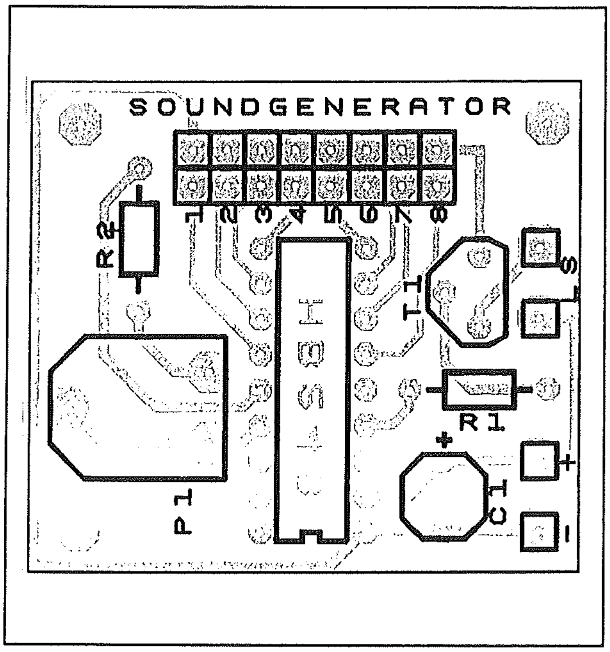
Figuur 4/9.7-3: Het volledig schema van de geluidseffect generator.

Legt men LH aan de voeding of laat men deze ingang open, dan zal het IC steeds één volledig geluidseffect genereren, ook als ondertussen de betreffende besturingsingang van de massa wordt losgekoppeld.
De frequentiedeler stuurt de adressering van een ROM-geheugen, waarin de gegevens liggen opgeslagen voor de acht geluidseffecten. De data-uitgangen van dit geheugen besturen een toongenerator en een ruisgenerator. Beide schakelingen worden zo gestuurd, dat zij het gewenste geluidseffect genereren. De twee uitgangen worden aan de uitgangstrap aangeboden. Deze is uitgerust met een eenvoudige digitaal naar analoog omzetter, waarin de aangeleverde digitale geluidsignalen in een analoog signaal worden omgezet. Dit analoog signaal staat ter beschikking op pen 5 van de schakeling, uitgang die een stroom van ongeveer 1,5 mA kan leveren. Men moet dus steeds een eenvoudig versterkertje als afsluiting toepassen.
Tot slot de effect-selectie. Het IC heeft acht pennen K1 tot en met K8 die, als zij met de massa verbonden worden, de chip opdracht geven een van de acht beschikbare geluidseffecten te genereren. Dat gaat via een logische schakeling, die voor iedere ingang een ander deel van het ROM-geheugen activeert. Het zal duidelijk zijn dat er slechts één van de K-ingangen met de massa verbonden mag worden. De overige ingangen kunnen aan de voeding gelegd worden of open gelaten.

Het praktisch schema

Het praktisch schema van de geluidseffecten generator is getekend in figuur 4/9.7-3. Dit schema is de eenvoud zelve. De voeding, tussen +3 en +5 V, wordt rechtstreeks aangelegd aan pen 2 van het IC. Een kleine condensator C2 zorgt voor de noodzakelijke ontkoppeling van de voedingsleiding. Pen 16 is open gelaten, zodat LH "H" is en het IC steeds de volledige geluidssequenties genereert. Tussen de pennen 14 en 15 staat de serieschakeling van een vaste weerstand van 100 kΩ en een instelpotentiometer van 1 MΩ. Met dit laatste onderdeel kan men de frequentie van de oscillator variëren tussen ongeveer 25 kHz en ongeveer 250 kHz. De acht besturingsingangen P gaan naar een achtvoudige jumper, waarop men een jumper-bruggetje kan steken. Door dit bruggetje in één van de acht posities te steken kan men een van de geluidseffecten selecteren. De uitgang van het IC (pen 4) gaat naar een versterkertrap, die is samengesteld uit een transistor T1 en een basisweerstand.

9.7 Generator voor geluidseffecten



Figuur 4/9.7-5: De componentenopstelling van de effecten generator.

De luidspreker wordt rechtstreeks aangesloten tussen de positieve voeding en de collector van deze transistor, zodat deze luidspreker de enige collectorbelasting van de trap vormt. Het zal dus wél duidelijk zijn dat het absoluut verboden is laagohmige luidsprekertjes toe te passen. De impedantie moet minstens 16 Ω bedragen.

De bouw van de schakeling

Bij modelbouw is miniaturisatie uiteraard van het allergrootste belang. Vandaar dat de schakeling is ondergebracht op een printje met als afmetingen 3,5 x 4,0 cm^2, zodat er in ieder model wel een plaatsje voor inbouw gevonden kan worden. Het ontwerpje van de print wordt voorgesteld op de transparante print-pagina als figuur 4/9.7-4.

De componentenopstelling is getekend in figuur 4/9.7-5. De bouw zal wel geen problemen geven!

ONDERDELENLIJST

WEERSTANDEN, 1/4 W, 5 %

R1 .... 100 Ω
R2 .... 100 kΩ

INSTELPOTENTIOMETER, PH 10 LV, LIGGEND

P1 .... 1 MΩ

CONDENSATOR

C1 .... 22 µF 16 V printelco

HALFGELEIDERS

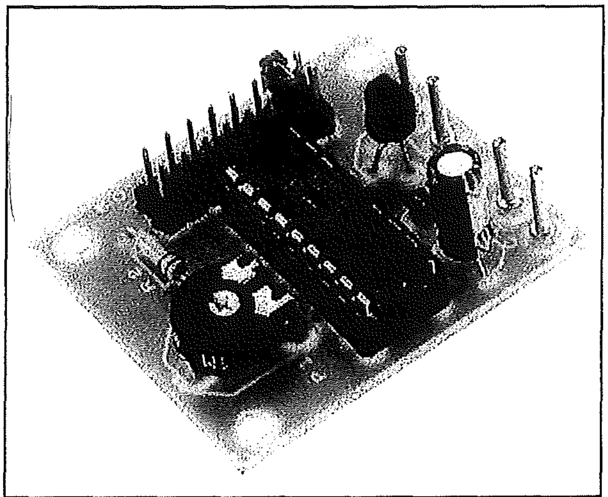
T1 .... BC337
IC1 .... HT88 of HT2880

DIVERSEN

1 .... luidspreker 16 Ω
1 .... achtvoudige jumper
1 .... jumper-bruggetje
4 .... printsoldeerlipje
1 .... 18-pens IC-voetje

9.7 Generator voor geluidseffecten

De foto van figuur 4/9.7-6 geeft een impressie van het printje, waaruit duidelijk blijkt hoe de jumper-instelling voor het gewenste geluidseffect er in de praktijk uit ziet.



Figuur 4/9.7-6: Het compleet gemonteerde printje.

Het gebruik

Het gebruik van de geluidseffecten generator is de eenvoud zelve. Zet het jumperbruggetje in een van de acht posities, sluit een 16 Ω luidsprekertje aan tussen de soldeerlipjes LS en verbindt het printje met een gelijkspanning van minimaal 3 V en maximaal 5 V. Het geselecteerde geluidseffect moet nu onmiddellijk uit het speakertje klinken. Door het jumperbruggetje te verplaatsen naar een andere jumper kan men de acht geluidseffecten testen en beoordelen op bruikbaarheid. Denk er verder aan dat de instelling van de instelpotentiometer bij sommige effecten een zeer grote invloed heeft op het geproduceerde geluid. Ook hier moet men dus even mee stoeien.

De voeding

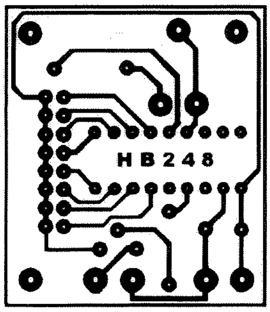
In de meeste gevallen zal men de geluidseffect generator uiteraard uit batterijen moeten voeden. Dat is geen probleem, want de schakeling verbruikt in rust ongeveer 0,4 mA en in actie ongeveer 200 mA. De actie-stroom is uiteraard afhankelijk van het gekozen effect en de impedantie van de luidspreker. Hoe de schakeling in de praktijk met de voeding verbonden wordt hangt geheel en al af van de toepassing. Bij een stoomloc zou men het geluid natuurlijk kunnen inschakelen met de motorschakelaar van het model. Bediening met drukknopjes is uiteraard ook mogelijk.
Daarnaast kan men natuurlijk zeer ingenieuze besturingsmogelijkheden uitdokteren (= het echte hobby-werk!), zoals besturing met verborgen micro-switches, lichtschakelaars, etc.

Bouwpakket informatie

Als extra service aan de nabouwers van deze door het “Conrad Technologie Centrum CTC” ontwikkelde schakeling kan nog vermeld worden dat deze “Generator voor geluidseffecten” leverbaar is als compleet bouwpakket.
De samenstelling en levering van dit bouwpakket, inclusief de print, wordt verzorgd door de firma Conrad Electronic, Postbus 12, 7500 AA Enschede,
telefoon 0800-099.66.00.
Het bouwpakket wordt geleverd onder de bestelcode 19-48-16-33.
Op het genoemde adres kan men alle nodige informatie krijgen over prijzen en levertijden.

9.7 Generator voor geluidseffecten

9.7 Generator voor geluidseffecten



Figuur 4/9.7-4: De print voor de schakeling.

4/9.8

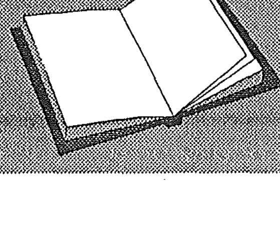
Vermogensregeling voor 12 VDC belastingen

Inleiding
De in dit hoofdstuk besproken schakeling kan in het kader van elektronische toepassingen voor de modelbouw gebruikt worden voor het traploos en vrijwel verliesloos regelen van het vermogen dat aan een 12 V gelijkstroom belasting wordt toegevoerd.
De schakeling heeft tal van gebruiksmogelijkheden. In het algemeen kan men stellen dat het printje bruikbaar is voor iedere toepassing waarbij het noodzakelijk is het opgenomen vermogen van een laagspanningsverbruiker, die werkt op gelijkspanning, traploos te regelen. Te denken valt aan de verlichting van een modelbaan, het toerental van allerlei soorten gelijkspanningsmotortjes of het dimmen van moderne laagspanning halogeen lampen.

Hoe het kan,
maar hoe het onpraktisch is
In principe zou men het opgenomen vermogen van gelijkspanningsverbruikers kunnen regelen door een instelbare gestabiliseerde voeding te ontwerpen en de te regelen belasting met de uitgang te verbinden. Deze oplossing voldoet technisch uitstekend, maar heeft als groot praktisch nadeel dat er heel wat vermogen verloren gaat en onder de vorm van warmte moet worden afgevoerd. Niet echt ideaal voor modelbouw, waar meestal kleine afmetingen een voorname eis zijn! Moet men bijvoorbeeld een 12 V, 30 W motortje regelen en draait men de spanning terug tot 6 V, dan valt er over de regeltransistor van de voeding minstens 9 V. 30 W bij 12 V vertegenwoordigt een weerstand van 4,8 Ω. Op 6 V zal de motor dus een stroom van ongeveer 1,25 A opnemen. De stroom wordt geleverd door de regeltransistor in de voeding en genereert daarin een vermogen van 1,25 A * 9 V = 11,25 W. Er moet behoorlijk gekoeld worden!

Hoe het beter kan
In deze schakeling wordt gebruik gemaakt van een geheel ander principe. Dit principe is min of meer te vergelijken met het systeem dat wordt gebruikt bij wisselspanningsdimmers. De beschikbare voedingsspanning word omgezet in een puls met een instelbare aan/uit-verhouding en door middel van een elektronische schakelaar aan de belasting aangeboden.

LEES OOK:
Hoofdstuk 6/6.20



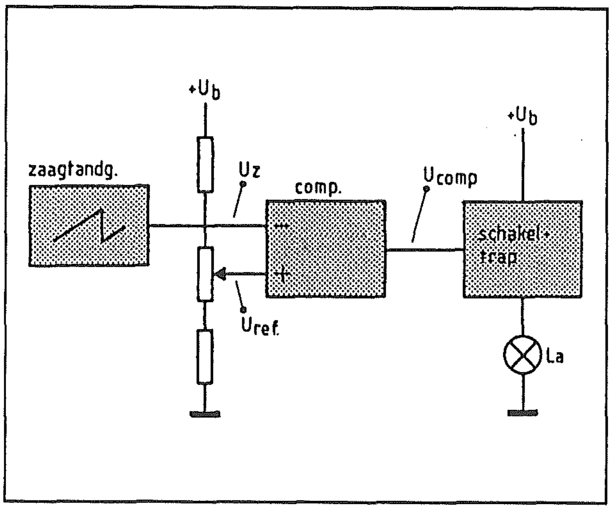
9.8 Vermogensregeling voor 12V$_{DC}$ belastingen

Het gemiddelde vermogen dat in de belasting wordt gedissipeerd is afhankelijk van de aan/uit-verhouding of duty-cycle van de puls op de uitgang van de elektronische schakelaar. Omdat de regeltransistor nu alleen in verzadiging of sper werkt valt er nauwelijks vermogen over het onderdeel. In het eerste geval vloeit er immers wel een grote stroom door de halfgeleider, maar is de spanningsval uiterst klein. In het tweede geval is de stroom en dus het opgenomen vermogen gelijk aan nul.

Pulsbreedte modulatie

Het fundamentele principe van een vermogensregeling, die werkt met pulsbreedte modulatie, is getekend in figuur 4/9.8-1.

De werking wordt toegelicht aan de hand van de grafieken in figuur 4/9.8-2.



Figuur 4/9.8-1: Het principe van pulsbreedte modulatie.

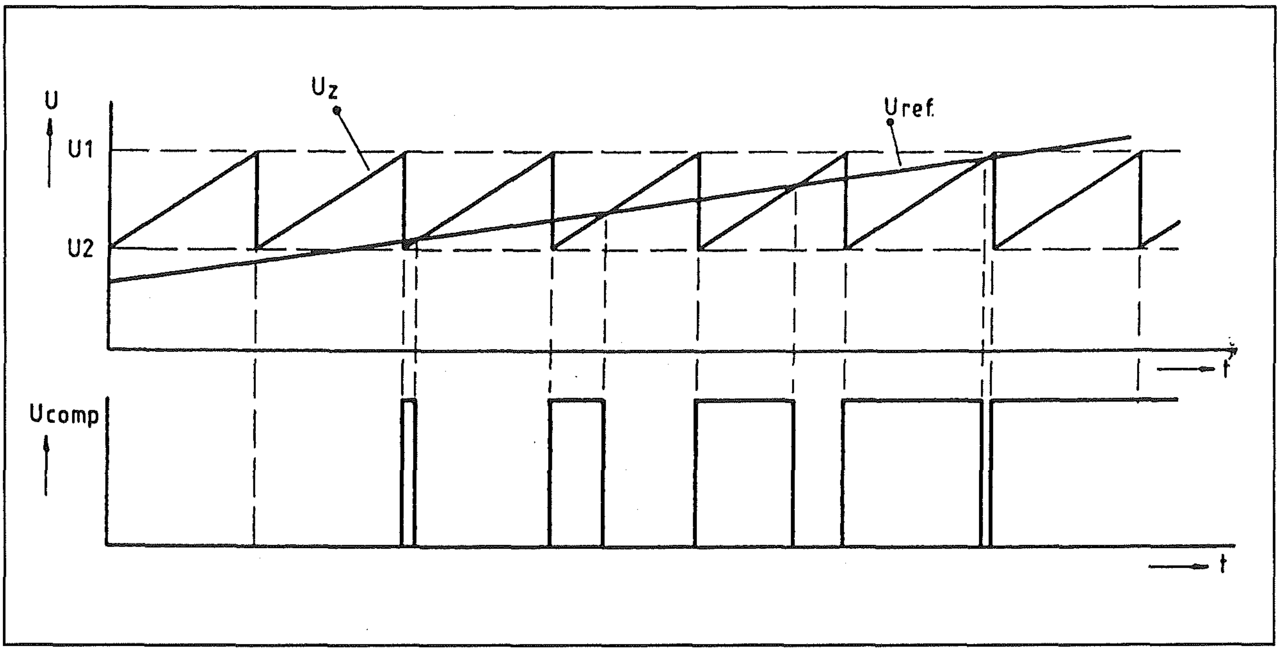
Een zaagtandgenerator wekt een zaagtand op, die oscilleert tussen de grenzen U1 en U2. De uitgangsspanning Uz wordt in een comparator vergeleken met een instelbare gelijkspanning Uref. De grenzen van deze gelijkspanning zijn zodanig gekozen dat de minimale waarde iets kleiner is dan U2 en de maximale waarde iets groter dan U1.

Als Uref kleiner is dan U2 zal de uitgang Ucomp van de comparator "L" zijn. De schakeltrap wordt niet gestuurd, de belasting La ontvangt geen spanning. Naarmate Uref groter wordt zal de breedte van de uitgangspuls van de comparator toenemen. De schakeltrap wordt gedurende een groter deel van de zaagtandperiode open gestuurd, de gemiddelde stroom door de belasting stijgt. Als Uref groter wordt dan U1 levert de comparator een continu hoge spanning aan de schakeltrap. De lamp wordt gevoed uit de volle +Ub en brandt op maximale intensiteit.

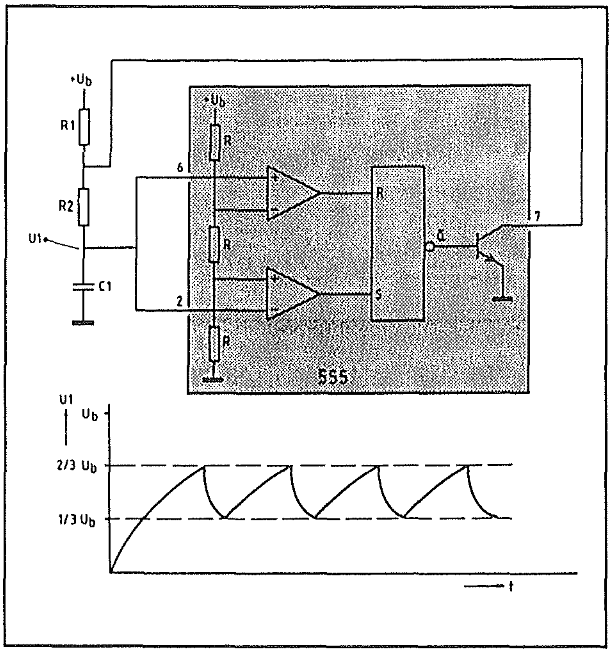
Een eenvoudige zaagtandgenerator

De praktische bruikbaarheid van het pulsbreedte systeem valt of staat met de mogelijkheid een eenvoudige schakeling te ontwerpen, die een zaagtandspanning met de in de vorige paragraaf beschreven eigenschappen kan genereren. Gelukkig is daar niet veel meer dan een IC'tje, een condensator en twee weerstanden voor nodig. Er wordt een oneigenlijk gebruik gemaakt van de bekende timer 555. Het principeschema is getekend in figuur 4/9.8-3. De timer wordt geschakeld als astabiele multivibrator. De 555 is intern samengesteld uit twee comparatoren, een uit drie even grote weerstanden R samengestelde spanningsdeler, een flip-flop en een transistor. De twee comparators zijn ieder met een ingang verbonden op een knooppunt van de interne spanningsdeler. De twee vrije ingangen, beschikbaar op de pennen 2 en 6, worden gezamenlijk verbonden met externe condensator C1. Deze condensator wordt uit de voedingsspanning +Ub opgeladen via twee in serie geschakelde weerstanden R1 en R2.

9.8 Vermogensregeling voor 12 V_{DC} belastingen



Figuur 4/9.8-2: De spanningsvormen uit het blokschema van figuur 4/9.8-1.



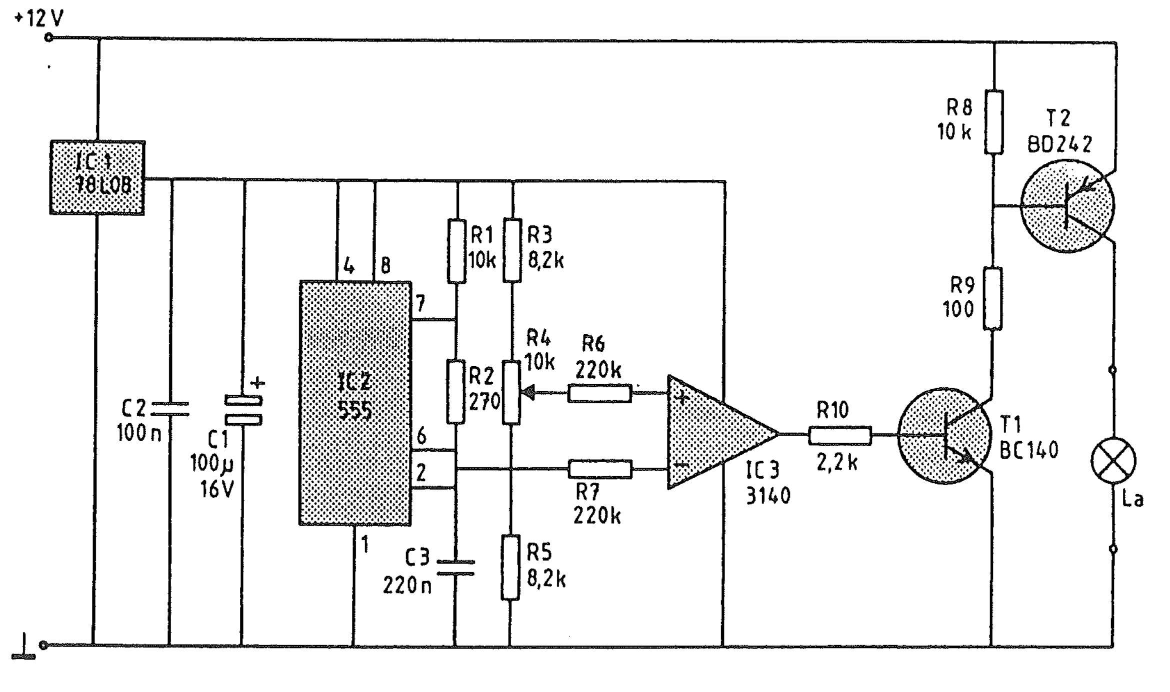
Figuur 4/9.8-3: Een van de eenvoudigste mogelijkheden voor het genereren van een zaagtandspanning.

De collector van de interne ontlaadtransistor (pen 7) is verbonden met het knooppunt van beide externe weerstanden. Bij het aanschakelen van de voeding is de condensator volledig ontladen. De uitgang van de onderste comparator is "H", die van de bovenste comparator "L". De flip-flop wordt geset, de uitgang Q-niet is "L". De transistor is gesperd. Condensator C1 gaat opladen. Op het moment dat de condensatorspanning gelijk wordt aan 1/3 +Ub slaat de onderste comparator om. Dit heeft geen gevolgen voor de status van de flip-flop. Even later wordt de condensatorspanning gelijk aan 2/3 +Ub. De uitgang van de bovenste comparator wordt "H", de flip-flop wordt gereset en de Q-niet uitgang wordt "H", de flip-flop wordt gereset en de Q-niet uitgang wordt "H". De interne transistor gaat geleiden en ontlaadt condensator C1 via de (kleine) weerstand R2. Als de spanning over de condensator gelijk wordt aan 1/3 +Ub wordt de uitgang van de onderste comparator weer "H". De flip-flop set, Q-niet wordt "L", de transistor spert en de condensator kan weer gaan opladen.

9.8 Vermogensregeling voor 12V$_{DC}$ belastingen

Besluit: over de condensator ontstaat een zaagtand, die oscilleert tussen de grenzen 1/3 +Ub en 2/3 +Ub. Precies het soort signaal dat nodig is voor de pulsbreedte regeling!
Het oneigenlijke gebruik van de 555 zit hier in, dat de normale uitgang op pen 3 van het IC niet wordt gebruikt, maar dat de spanning over de condensator wordt bevorderd tot uitgangssignaal.

Praktisch schema van de regeling
Het praktisch schema van de vermogensregelaar is getekend in figuur 4/9.8-4. Timer IC2 en comparator IC3 worden gevoed uit een gestabiliseerde spanning van +8 V, afgeleid uit de spanningsstabilisator IC1 van het type 78L08. De spanning Uref wordt opgewekt door middel van de potentiometer R4, opgenomen in een spanningsdeler R3, R4 en R5. De waarde van de voorschakelweerstanden (8,2 kΩ) is zo gekozen ten opzichte van de waarde van de potentiometer (10 kΩ), dat op de loper een spanning tussen iets minder dan 1/3 +Ub en iets meer dan 2/3 +Ub ter beschikking staat. Net zoals het volgens het blokschema van figuur 4/9.8-3 moet wezen, dus!
De schakeltrap is samengesteld uit een PNP vermogenstransistor T2 van het type BD242 en een BC140 (T1), die de basis van T2 naar de massa trekt als de uitgang van de comparator positief wordt. Transistor T2 wordt dan via de grote basisstroom volledig in verzadiging gestuurd. In principe zou men de PNP/NPN-combinatie kunnen vervangen door een emittervolger, maar over een emittervolger valt meer spanning en dus vermogen dan over een in verzadiging gestuurde transistor.



Figuur 4/9.8-4: Het volledig schema van de vermogensregeling voor gelijkspanning.

9.8 Vermogensregeling voor 12 V_{DC} belastingen

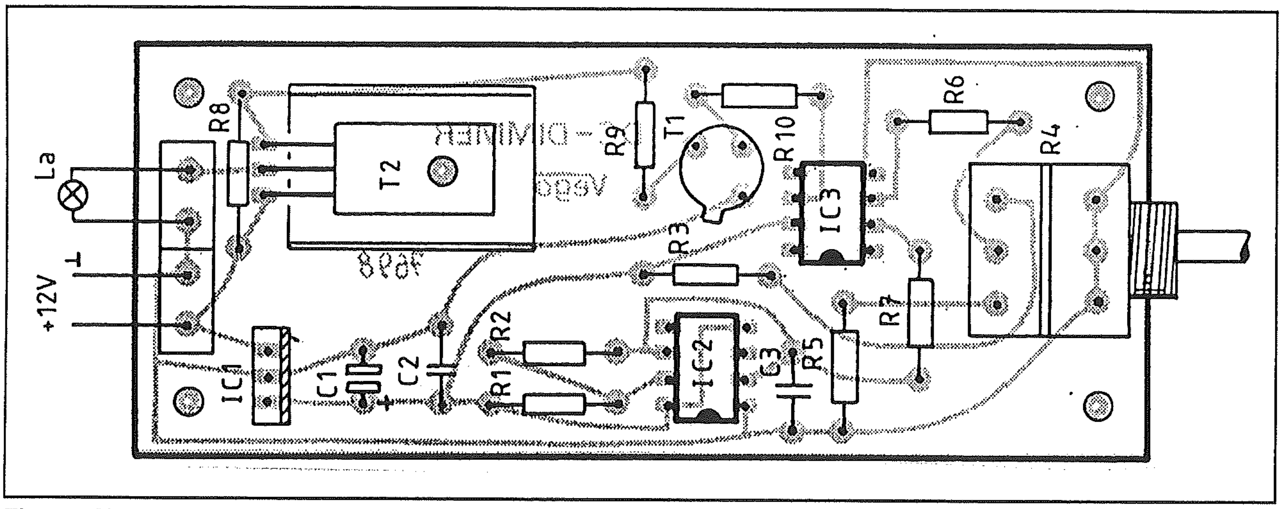
ONDERDELENLIJST

WEERSTANDEN, 1/4 W, 5 %	
R1,R8	10 kΩ
R2	270 Ω
R3,R5	8,2 kΩ
R6,R7	220 kΩ
R9	100 Ω
R10	2,2 kΩ
POTENTIOMETER, LINAIR, STEREO	
R4	10 kΩ
CONDENSATOREN	
C1	100 µF 16 V printelco
C2	100 nF MKH
C3	220 nF MKH
HALFGELEIDERS	
T1	BC140
T2	BD242
IC1	78L08
IC2	555, DIL-8
IC3	CA3140, DIL-8
DIVERSEN	
2	IC-voetje, 8 pennen
2	printkroonsteentje, 2-polig
1	koelplaatje, U-vormig voor TO-220

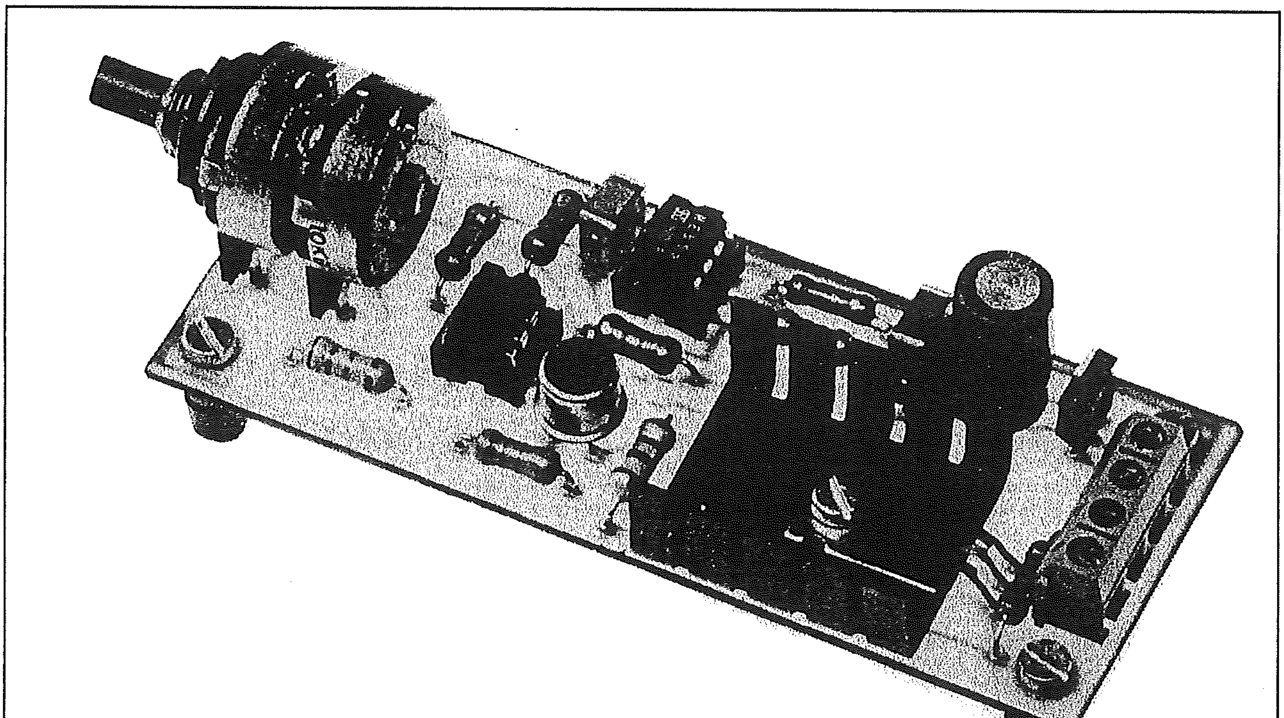
De bouw van de schakeling
De vermogensregeling wordt gebouwd op het printje van figuur 4/9.8-5 op de transparante printpagina, volgens de onderdelenopstelling van figuur 4/9.8-6. Serietransistor T2 wordt ondergebracht op een klein U-vormig koelplaatje en is dan toch in staat ongeveer 35 W vermogen te regelen.
Weerstand R4 is uitgevoerd als stereopotentiometer. Dit behoeft niet, maar zo'n onderdeel zit nu eenmaal veel steviger en stabieler op de print dan een enkelvoudige soortgenoot.
Tot slot geeft figuur 4/9.8-7 een impressie van de volledig gemonteerde schakeling.

Opmerkingen
Er valt niets af te regelen, de schakeling moet het meteen doen. Denk er echter aan dat geen kortsluitbeveiliging is ingebouwd en dat het printje zich niet leent voor gebruik als snelheidsregelaar bij modeltreintjes! Als deze ontsporen wordt vaak de voeding kortgesloten en deze eenvoudige schakeling is daar niet tegen bestand! Bij inductieve belastingen zoals miniatuur boormachientjes, moet men parallel over de motor een 1N4004 diode opnemen (kathode aan de +Ub) om de inductieve tegenspanningen kort te sluiten die ontstaan bij het uitschakelen van de stroom.

9.8 Vermogensregeling voor 12V_{DC} belastingen

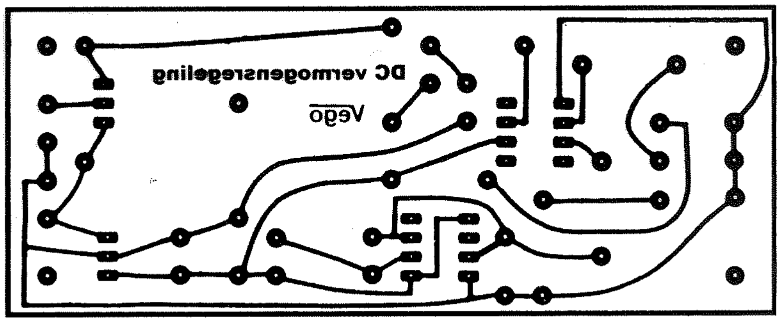


Figuur 4/9.8-6: De componenten-opstelling van de print.



Figuur 4/9.8-7: De volledig gemonteerde schakeling.

9.8 Vermogensregeling voor 12 V_{DC} belasting



Figuur 4/9.8-5: De print voor de schakeling.

4/9.9

Duo Memory Switch

Twee onafhankelijke schakelkanalen over één kanaal

Met deze Duo Memory Switch kunt u twee schakelfuncties onafhankelijk van elkaar via één servokanaal bedienen. Hiermee kunt u dus handige modelbouwfuncties als verlichting, een bluskanon, het landingsgestel en dergelijke op eenvoudige wijze echt werkend maken. De twee uitgangen zijn "open collector" waarmee u direct LED's, lampjes of relais kunt aansturen. De maximale uitgangsstroom bedraagt 300 mA met weinig verlies. Zelfs 5 V relais kunnen betrouwbaar met de spanning van de ontvangeraccu worden ingeschakeld. Door de open collector uitgangen kunnen ook andere spanningsbronnen dan de ontvangeraccu worden gebruikt, zoals een 12 V boordaccu.

Gegevens prototype

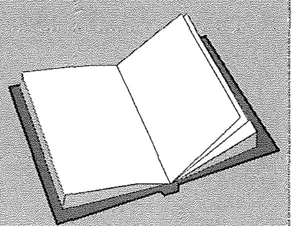
- Voedingsspanning
  3,5 V tot 6,5 V
- Stroomopname bij 5 V
  Uitgangen uit: 2,5 mA
  1 uitgang aan: 10 mA
  2 uitgangen aan: 19 mA
- Uitgangsstroom bij U_b = 3,5 V
  300 mA maximaal
- Verzadigingsspanning
  200 mV typisch
- Maximale schakelspanning
  45 V typisch
- Ingangsspanning
  2 V minimaal
- Reactiesnelheid
  1 s typisch
- Voetafdruk print
  73 x 27 mm^2

Bediening

Voor de bediening op de zender kunt u een standaard knuppelfunctie gebruiken, maar handiger is een tuimelschakelaar met middenstand, liefst terugverend. Door de schakelaar even omlaag te drukken gaat functie 1 aan, door hem nogmaals omlaag te drukken gaat functie 1 weer uit. Omhoog drukken van de schakelaar schakelt functie 2 aan en de tweede keer omhoog drukken zet de functie weer uit.

LEES OOK:

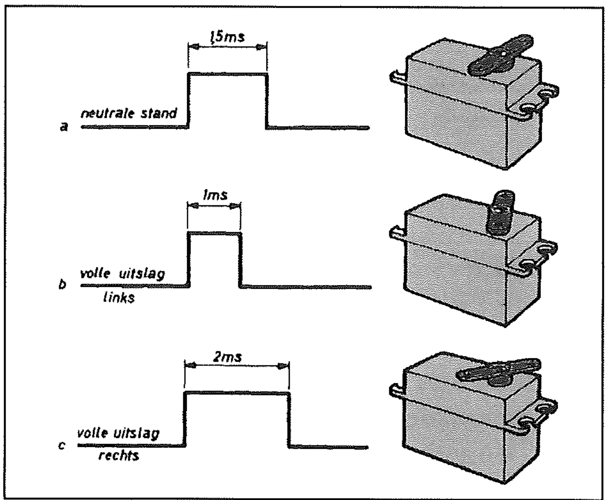
Hoofdstuk 4/9.1
Hoofdstuk 4/9.2



9.9 Duo Memory Switch

De servopuls

De Duo Memory Switch wordt op één kanaal van de RC-ontvanger aangesloten. Het ingangssignaal is dus een servopuls, een puls die steeds wordt herhaald en waarvan de frequentie zo'n 50 Hz is. De tijdsduur (of breedte) van de puls is bepalend voor de stand van de servo: bij 1,5 ms staat de servo in de middenstand, bij 1 ms in de ene uiterste stand en bij 2 ms in de andere uiterste stand. Dit wordt voorgesteld in figuur 4/9.9-1.



Figuur 4/9.9-1: De stand van een servo wordt bepaald door een positieve impuls. De tijdsduur van die impuls, die ongeveer 50x per seconde wordt herhaald, is bepalend voor de stand van de servo.

Jammer genoeg worden door de fabrikanten van RC-apparatuur voor zowel de servopuls als voor de herhalingsfrequentie verschillende waarden gehanteerd:

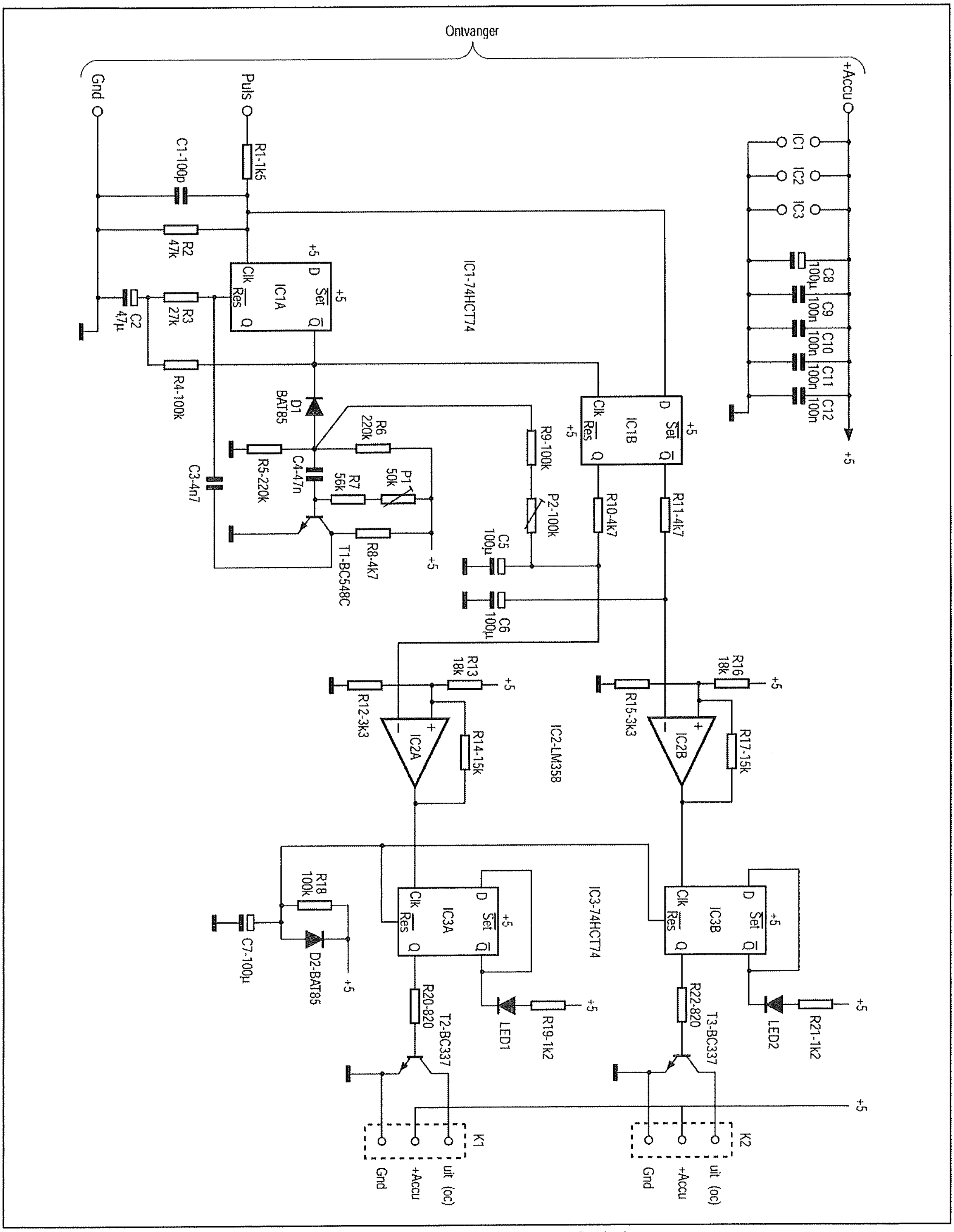
- Graupner, 50 Hz
  0,8 ms min
  1,5 ms neutraal
  2,2 ms max
- Multiplex, 40 Hz:
  1,05 ms min
  1,6 ms neutraal
  2,15 ms max
- Futaba, 50 Hz:
  0,9 ms min
  1,5 ms neutraal
  2,1 ms max
- Robbe, 50 Hz:
  0,65 ms min
  1,3 ms neutraal
  1,95 ms max
- Simprop, 50 Hz:
  1,2 ms min
  1,7 ms neutraal
  2,2 ms max

De verschillen zijn dus niet groot en de Duo Memory Switch kan met alle genoemde RC-sets werken.
Bij de heel snelle servo's die tegenwoordig verkrijgbaar zijn, is de herhalingsfrequentie belangrijk. Een servo die is ontworpen voor 50 Hz, zal bij 40 Hz niet maximaal presteren en een servo die is ontworpen voor 40 Hz kan bij 50 Hz in extreme gevallen zelfs onstabiel worden.

Het schema

De schakeling, voorgesteld in figuur 4/9.9-2, is conventioneel van opzet. U heeft volledig inzicht in de werking en kunt, als dat nodig is, de schakeling aanpassen. Maar als we het schema wat aandachtiger bekijken zien we toch iets ongebruikelijks. IC1 en IC3 zijn IC's van het type HCT en die zijn TTL-compatibel: gespecificeerd voor een voedingsspanning van 4,5 V tot 5,5 V. Maar de ontvangeraccu levert een spanning van minimaal 4 V tot wel 6 V. Hoe zit dat?
Om de diverse delen van de schakeling direct, dus zonder niveau aanpassers, met elkaar en met de ontvanger te kunnen verbinden is het nodig dat de ingangen TTL-compatibel zijn en de uitgangen CMOS-niveau's hebben.

9.9 Duo Memory Switch



Figuur 4/9.9-2: Het volledig schema van de Duo Memory Switch.

9.9 Duo Memory Switch

Nu is de HCT-familie een "subset" van de HC-familie, die kan werken met een voedingsspanning van 2 V tot 6 V. Het is dus een vrij logische gedachte dat de HCT-IC's ook kunnen werken met een voedingsspanning van 2 V tot 6 V, maar alleen in het gebied van 4,5 V tot 5,5 V TTL-compatibel zijn. Bij metingen aan verschillende HCT IC's, onder andere van Philips en Texas Instruments, bleken deze prima te functioneren met voedingsspanningen van 3,5 V tot 6,5 V. Het schakelpunt van de ingang bleek steeds op circa 25 % van de voedingsspanning te liggen. Vandaar onze keuze voor de 74HCT74, al zit daar misschien een klein risico in.

De spanningsgestuurde MMV

De servopuls wordt via het HF-filter R1 en C1 naar de Clock-ingang van flip-flop IC1A gevoerd. R2 zorgt ervoor dat deze ingang normaal laag is. Flip-flop's 74HCT74 reageren op de hoogte van de spanning en de flanksteilheid van de servopuls is niet zo belangrijk. Op de positieve flank van de puls "klapt" de flip-flop om en Q-niet wordt laag omdat de Data-ingang hoog is. Via D1 wordt de linkerplaat van C4, die door R5 en R6 op de helft van de voedingsspanning lag, op 0 V gebracht. Deze "spanningssprong" wordt via C4 overgebracht naar de basis van T1. T1 was in geleiding, door P1 en R7 liep basisstroom, maar gaat nu sperren. De collectorspanning wordt hoog. De spanning op de basis van T1, die 0,7 V was, wordt nu verlaagd met de helft van de voedingsspanning: bij +Accu = 5 V wordt de spanning op de basis -1,8 V. Via P1 en R7 wordt nu de rechterplaat van C4 opgeladen tot de basis/emitter-diode van T1 gaat geleiden. De oplading stopt en T1 gaat geleiden, de collectorspanning wordt laag. Via C3 wordt nu door een (korte) negatieve puls op Res-niet, flipflop IC1A gereset, Q-niet wordt weer hoog.
Samengevat: Door de positieve flank van de servopuls wordt Q-niet van IC1A laag. Q-niet blijft laag, tot C4 voldoende is opgeladen om T1 weer te laten geleiden, dan wordt IC1A gereset. De tijdsduur van de puls hangt af van de spanningssprong op de linkerplaat van C4. Een hogere spanning geeft een langere puls, een lagere spanning een kortere. Bij de "normale" spanning (de halve voedingsspanning) regelen we P1 zo af, dat de tijdsduur van de puls gelijk is aan de neutrale tijdsduur van de servopuls.
Dit deel van de schakeling wordt ook wel een "monostabiele multivibrator" genoemd. Na "triggering" wekt een MMV eenmalig een puls op, waarvan de tijdsduur onafhankelijk is van die van de triggerpuls. Deze MMV is bovendien spanningsgestuurd en de pulstijd heeft een vrij lineair verband met de stuurspanning. De twee takken van onze MMV (de flip-flop en T1 met bijbehoren) zijn door twee condensatoren (C4 en C3) kruislings met elkaar verbonden en hierin schuilt een potentieel gevaar. Door een samenloop van omstandigheden zou een situatie kunnen ontstaan waarbij Q-niet steeds laag blijft. De schakeling zou dan "voor eeuwig" geblokkeerd blijven, als niet een voorziening was opgenomen. Als Q-niet laag blijft wordt condensator C2 door R4 ontladen en wordt na enige tijd de flip-flop toch gereset. Op normaal bedrijf hebben R4 en C2 geen invloed.

De fasevergelijker

De puls op Q-niet van IC1A is negatief. Afloop van de puls veroorzaakt een posi-

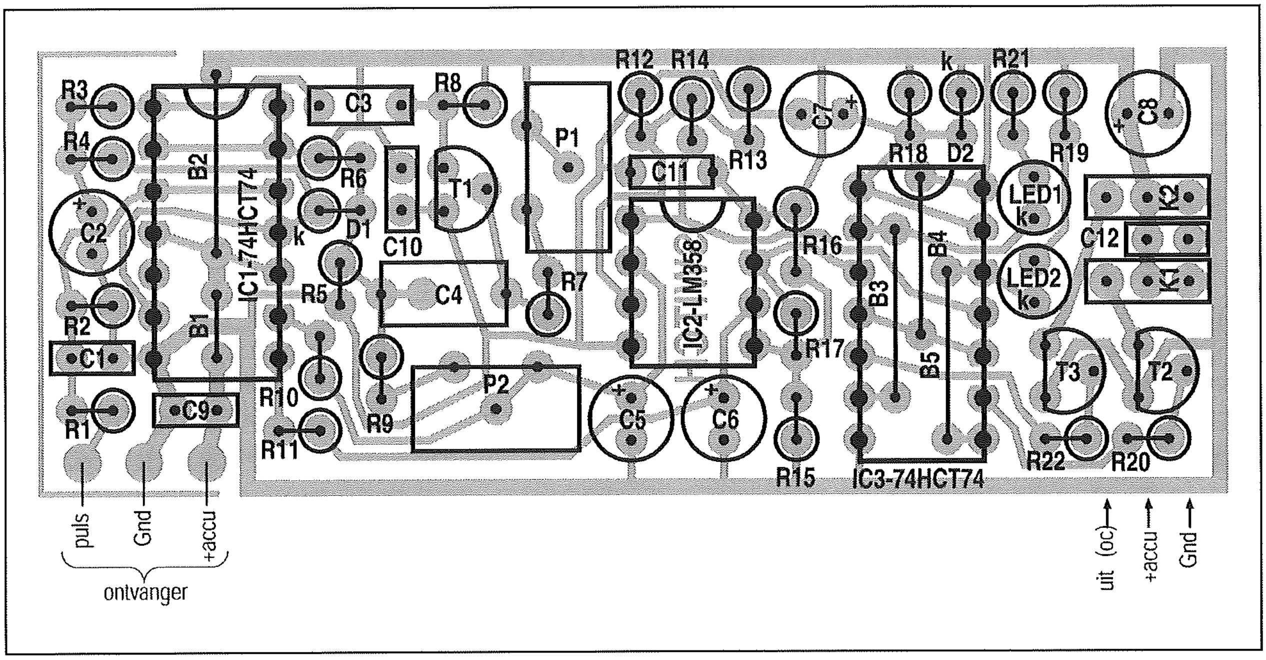
9.9 Duo Memory Switch

tieve flank op de Clock van IC1B. Nu zijn er twee mogelijkheden: de servopuls op de ingang en dus de "D" van IC1B is er nog, of hij is er niet meer. In het eerste geval wordt Q van IC1B hoog en in het tweede geval laag. Als Q laag wordt, wordt via R10 elco C5 ontladen en zakt de spanning. Via P2 en R9 wordt ook de spanning op de MMV (knooppunt R5-R6) lager en de MMV-puls korter. Deze situatie blijft bestaan tot de MMV-puls korter is dan de servopuls, dan wordt Q weer hoog. In het tweede geval zal Q eerst hoog worden waardoor de MMV-puls langer wordt, tot hij weer gelijk is geworden aan de servopuls.
Met de servopuls in de neutrale stand, zal IC1B even lang in- als uitgeschakeld zijn, de werkslagen op Q en Q-niet zullen 50 % zijn en over zowel C5 als C6 zal de halve voedingsspanning staan.
Een bijzondere situatie ontstaat als P2 zijn maximale weerstandswaarde heeft. Bij de uiterste waarden van de servopuls (1 ms of 2 ms) heeft de spanning niet genoeg "kracht" om de MMV-puls gelijk aan de servopuls te maken. IC1B blijft dan steeds hoog of laag. De MMV-puls blijft achter bij de servopuls.

De comparatoren met hysteresis
Op de achterflank van de MMV-puls wordt de fase van de servopuls "bekeken" en IC1B gezet of gereset. Deze toestand blijft bestaan tot de volgende achterflank, dus ongeveer 20 ms. De gemiddelde spanningen op de elco's C5 en C6 hangen af van de tijdsduur van de servopuls, maar bovendien staan er driehoeksspanningen met een maximale amplitude van ongeveer 200 mV, de preciese waarde hangt af van onder andere de RC-tijden van R10/C5, R11/C6 en de voedingsspanning. Voor de omzetting van dit "analoge" signaal in een digitaal signaal, dus een "L" of een "H" worden comparatoren gebruikt met hysteresis. Dat zijn IC2A en IC2B, op-amp's van het type LM358 die al met een (enkelvoudige) voedingsspanning van ongeveer 3 V kunnen werken. De maximale zwaai van de uitgang is van 0 V tot V_{cc} - 1,3 V, waarbij V_{cc} de voedingsspanning is.
We nemen IC2A als voorbeeld. Door R12 en R13 wordt de positieve ingang van de op-amp op een bepaald spanningsniveau gehouden. Als de uitgang van de op-amp hoog is, wordt de spanning verhoogd door de meekoppeling via R14. Is de uitgang daarentegen laag, dan wordt de spanning verlaagd. Als de spanning op de negatieve ingang van de op-amp hoog is, dan is de spanning op de uitgang laag. Zakt nu de spanning op de negatieve ingang onder 670 mV, dan wordt de uitgang een beetje hoger en door de meekoppeling ontstaat een kettingreactie die de op-amp doet omklappen. Stijgt de spanning op de negatieve ingang weer, dan herhaalt de cyclus zich in omgekeerde richting bij een spanning van 1.230 mV. Het spanningsgebied tussen 670 mV en 1.230 mV is de hysteresis van de comparator. Deze hysteresis hangt natuurlijk ook af van de voedingsspanning. De waarde van de hysteresis is altijd groter dan de grootte van de eerder genoemde driehoeksspanning, die hierdoor op effectieve wijze onschadelijk wordt gemaakt met als resultaat een perfect digitaal uitgangssignaal.

Memory en schakeltrappen
Het digitale signaal wordt gebruikt als Clock voor de flip-flop's IC3A en IC3B. Door de verbinding van Q-niet met D werken ze als tweedelers. Bij het eerste Clocksignaal wordt Q hoog.

9.9 Duo Memory Switch



Figuur 4/9.9-4: De componentenopstelling van de print.

Bij een volgende Clock wordt Q weer laag, dan weer hoog, enzovoort. De LED's branden als de flip-flop is gezet, dan is Q hoog en krijgen de transistoren T2 en T3 basissturing via R20 en R22. Bij 4 V voedingsspanning bedraagt de basisstroom ongeveer 4 mA, toereikend om de BC337-40 in verzadiging te brengen bij een collectorstroom van 300 mA. De verzadigingsspanning bedraagt slechts 200 mV, zodat ook 5 V relais betrouwbaar uit de ontvangeraccu kunnen worden ingeschakeld, zelfs bij 4 V accuspanning.

Na inschakelen worden de flip-flop's door C7, R18, D2 gereset gehouden gedurende circa 3 s. In die tijd heeft de schakeling gelegenheid zich in te stellen en stabiel te worden. De uitgangen zijn daardoor standaard uit. Belangrijk is wel, dat u de normale procedures voor het aan- respectievelijk uitschakelen van de RC-set volgt: eerst de zender aan, dan de ontvanger aan! En, eerst de ontvanger uit, dan de zender uit!

De bouw van de schakeling

Voor de Duo Memory Switch is een enkelzijdige print ontworpen waarvan figuur 4/9.9-3 op de laatste pagina van dit hoofdstuk de lay-out laat zien en figuur 4/9.9-4 de onderdelen opstelling. Als u zich houdt aan de in de lijst vermelde onderdelen past alles perfect en is het bouwen een plezierig werkje. Onder de voetjes voor IC1 en IC3 liggen 5 draadbruggen, monteer die als eerste en gebruik IC-voetjes met buscontacten.

Voor P1 en P2 kunnen Piher instelpotentiometers worden gebruikt, maar ook Conrad heeft passende Cermet potjes. Bij de tantaalelco is soms onduidelijk wat de plus is, het is de langste aansluitdraad. Als u de belastingen vanuit de ontvangeraccu wilt voeden, dan is het een goed idee om 0,25 mm^2 servosnoer te gebruiken, anders is een standaardsnoertje bruikbaar. Servosnoertjes die in de handel verkrijgbaar zijn, hebben krimpverbindingen wat betrouwbaarder is dan zelfgemaakte soldeerverbindingen.

9.9 Duo Memory Switch

ONDERDELENLIJST

WEERSTANDEN, 5 %, 1/4 W

R1	1,5 kΩ
R2	47 kΩ
R3	27 kΩ
R4,R9,R18	100 kΩ
R5,R6	220 kΩ
R7	56 kΩ
R8,R10,R11	4,7 kΩ
R12,R15	3,3 kΩ
R13,R16	18 kΩ
R14,R17	15 kΩ
R19,R21	1,2 kΩ
R20,R22	820 Ω

INSTELPOTENTIOMETERS, STAAND, RM5/2,5

P1	50 kΩ
P2	100 kΩ

CONDENSATOREN

C1	100	pF	ceramisch RM 2,5
C2	4,7	µF	tantaal RM 2,5
C3	4,7	nF	Wima RM 5
C4	47	nF	MKT RM 7,5
C5,C6,C7,C8	100	µF	10 V mini elco RM 2
C9,C10,C11,C12	100	nF	multilayer RM 2,5

HALFGELEIDERS

T1	BC548C
T2,T3	BC337-40
D1,D2	BAT85 of BAT48
LED1,LED2	LED, rood 3 mm, low current
IC1,IC3	74HCT74, DIL-14
IC2	LM358, DIL-8

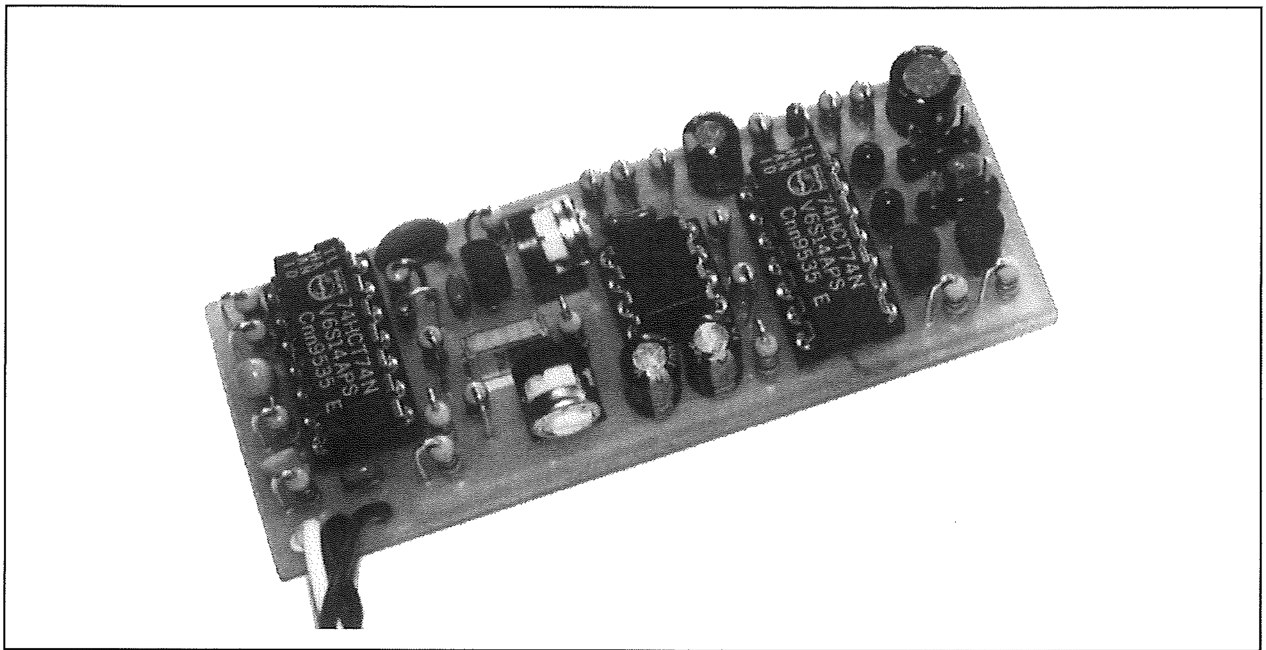
DIVERSEN

2	IC-voet DIL-14
1	IC-voet DIL-8
K1,K2	printheader male, SIL-3
5	draadbruggen
1	servo snoer

De kleurcodering van de in de handel zijnde snoertjes is als volgt:

- Graupner
  plus accu: rood
  min accu: bruin
  puls: oranje
- Multiplex
  plus accu: rood
  min accu: zwart
  puls: geel
- Futaba
  plus accu: rood
  min accu: zwart
  puls: wit

9.9 Duo Memory Switch



Figuur 4/9.9-5: Het prototype van de schakeling.

- Robbe
  plus accu: rood
  min accu: zwart
  puls: wit
- Simprop
  plus accu: rood
  min accu: blauwpuls: zwart

Een behuizing is niet persé nodig, desgewenst kan de schakeling tussen twee plaatjes ABS, waarvan een met een uitsparing voor K1, K2, in een stuk krimpkous worden ingeklemd. De uitsparing wordt opengesneden.

Figuur 4/9.9-5 geeft een impressie van het prototype van de schakeling.

Afregelen

Met de zenderknuppel in de neutrale stand wordt P1 verdraaid tot op C6 de halve voedingsspanning staat. De spanning op C5 moet daar (vrijwel) gelijk aan zijn. Dan wordt de servopuls minimaal gemaakt en P2 wordt verdraaid tot de spanning over C5 0 V wordt en blijft. Vervolgens wordt de servopuls maximaal gemaakt en nu moet de spanning over C6 0 V worden en blijven. Herhaal de afregeling bij de laagst mogelijke voedingsspanning. Het kan nodig zijn om dan P1 een pietsie te verdraaien. Dat was nodig om het prototype betrouwbaar bij 3,5 V te laten werken.

De schakeling in de praktijk

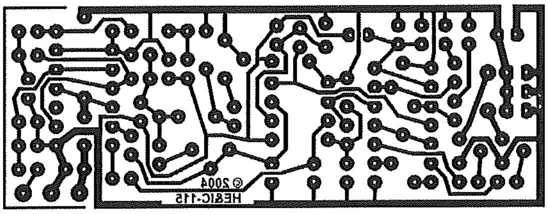
Lasten, die door de ontvangeraccu worden gevoed kunnen direct worden aan gesloten op de pennen Uit (open collector) en +Accu van K1 en K2.

Bij gebruik van een aparte boordaccu moet de 0 V daarvan verbonden zijn met de Gnd van K1 of K2. De last komt dan tussen Uit (OC) van K1 of K2 en de plus van de aparte accu.

Schakel bij inductieve lasten (relais en dergelijke) altijd een "blus"-diode over de last.

Bob Stuurman

9.9 Duo Memory Switch



Figuur 4/9.9-3: De print van de Duo Memory Switch.

HOE MAAKT U DEZE PRINT?

OPTIE 1: zelf maken

U scant deze pagina en drukt deze met een inkjet-printer af op A4 formaat op transparante folie. U knipt de print uit en belicht er de fotogevoelige printplaat mee.

OPTIE 2: via Internet

Op **www.hobbyelektronica.nu** selecteert u uit het linker menu de optie “Printservice”. In het rechter venster selecteert u het hoofdstuknummer. U kunt nu de print als TIF-file downloaden. U opent deze file in een beeldbewerkingsprogramma en drukt deze met de op de Internet-pagina aangegeven afmetingen op transparante folie af. U belicht hiermee de fotogevoelige print.

OPTIE 3: bestellen

U stuurt een **ONGEFRANKEERD** briefje naar Vego VOF, Antwoordnummer 30020, 6374 ED Landgraaf, met vermelding van het hoofdstuknummer. U krijgt per kerende post het printontwerpje op transparante folie **GRATIS** toegestuurd. U belicht hiermee de fotogevoelige print.

9.9 Duo Memory Switch